ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *La cohésion diélectrique du néon.* Note de M. **E. Bouty**.

J'ai prouvé antérieurement que les gaz monoatomiques : hélium, argon, vapeur de mercure, possèdent des cohésions diélectriques beaucoup plus faibles que n'en présentent, à poids moléculaire comparable, les gaz polyatomiques. De simples traces d'impuretés augmentent, dans une proportion considérable, la cohésion diélectrique de ces gaz.

M. Claude a bien voulu mettre à ma disposition environ 3^l d'un mélange gazeux particulièrement riche en néon, mais contenant aussi de l'hélium et, dans l'état où il m'est parvenu, encore un peu d'air. J'ai soumis ce gaz à deux distillations fractionnées en présence de charbon de noix de coco refroidi dans l'air liquide. Les premières éprouvettes doivent être riches en hélium, les dernières souillées d'air. Le néon, à peu près pur, doit se retrouver dans les éprouvettes moyennes, qui donnent en effet un très beau spectre de ce gaz.

Le poids moléculaire du néon se trouvant compris entre ceux de l'hélium et de l'argon, je devais m'attendre à ce que sa cohésion fût aussi intermédiaire à celles de ces deux gaz. Il se trouve au contraire qu'elle est très inférieure à celle de l'hélium. Le néon est donc actuellement, de tous les gaz expérimentés, celui qui possède la plus faible cohésion diélectrique. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus.

A, B, C sont les trois parts du gaz provenant de la première distillation; *a*, *b*, *c* ont le même sens pour le deuxième fractionnement.

Gaz.	Cohésion diélectrique.	
Hélium	18,3	
Air	435	
Mélange primitif	39,7	
A. Aa	17,5	
A. Ab	11,0	
B. Ba. Éprouvette 1	7,6	
B. Ba. Éprouvette 2	8,2	Moyenne 7,6
B. Ba. Éprouvette 3	7,0	
B. Bb. Éprouvette 1	12,0	
B. Bb. Éprouvette 2	15,0	

Il y a donc un minimum très net, 7,6 en moyenne, pour les éprouvettes B*a*. Cette valeur doit peu différer de la cohésion diélectrique du néon dont elle fixe au moins un maximum. Il n'est que les $\frac{5}{12}$ de la cohésion diélectrique de l'hélium, ou le $\frac{1}{57}$ de celle de l'air. Ainsi une couche de néon de 57^{cm} d'épaisseur équivaut à une couche d'air de 1^{cm} au plus, au point de vue de l'obstacle opposé à la décharge.

Quand on fait le vide sur du néon pur, le gaz, dès la pression atmosphérique, s'illumine d'une couleur de feu. On voit un anneau lumineux suivre le mouvement du mercure dans la pompe, et, à chaque bulle d'air qui rentre, c'est un vrai feu d'artifice. Il suffit même de transvaser du néon d'une éprouvette dans une autre pour apercevoir, dans l'obscurité, des lueurs distinctes. La différence de potentiel créée par le frottement du mercure sur le verre est suffisante pour provoquer des décharges dans le gaz.

Il y a lieu de remarquer que, dans le dernier Tableau des poids atomiques de Mendéléeff (¹), le néon n'est pas considéré comme appartenant au même groupe que l'hélium, l'argon, le crypton et le xénon. Il forme à lui seul une classe dont on ne connaît pas d'autre terme.

PALÉONTOLOGIE. — *Un nouvel exemple de phénomènes de* convergence *chez des Ammonitidés ; sur les origines du groupe de l'*Ammonites bicurvatus *Mich.* (*sous-genre* SAYNELLA *Kil.*). Note de M. **W. KILIAN**.

Une espèce d'Ammonites assez répandue dans les dépôts de l'Aptien supérieur de l'Europe septentrionale, l'*Ammonites bicurvatus* Mich. dont M. Ch. Sarasin a fait connaître, il y a quelques années, les caractères et les

(¹) SV. ARRHENIUS, *Theorien der Chemie*, Leipzig, 1909, p. 104.

détails de la ligne suturale, a été placée tour à tour dans les genres *Desmoceras*, *Cleoniceras* et *Sonneratia*. L'étude attentive des Ammonitidés du Crétacé inférieur, d'après d'abondants matériaux recueillis dans des fouilles récentes effectuées dans le Barrémien de Comps (Var) avec le concours de M. Paul Reboul, m'a permis, entre autres résultats intéressants, de reconstituer l'origine probable de cette espèce.

J'ai pu établir, en remontant la série des étages, une *série phylogénétique* très nette, allant de l'Hauterivien à l'Albien et rattachant le sous-genre *Leopoldia* et plus spécialement *Leop. castellanensis* d'Orb. sp., au groupe de l'*Am. bicurvatus* Mich.

Cet ensemble de formes, auquel je propose de donner le nom de *Saynella* et qui contitue un sous-genre bien caractérisé par la forme tranchante de sa région siphonale, par ses côtes falculiformes et par sa ligne suturale (à lobe siphonal peu profond, premier lobe latéral très large et très dissymétrique et selles peu ramifiées), comprend les espèces suivantes :

1. *Saynella clypeiformis* d'Orb. sp., de l'Hauterivien de Valdrôme (Drôme) et de *Saint-Martin* près Escragnolles (Alpes-Maritimes). Grande espèce à peu près lisse, rappelant fortement les *Leopoldia* par sa forme et par sa ligne cloisonnaire (notamment par la largeur et la dissymétrie accentuée du premier lobe latéral).

2. *Saynella Sueurii* Pict. et C. [*Am. Ixion* Pict. et C. (non d'Orb.)]. Cette espèce, dont l'Université de Grenoble possède des exemplaires pourvus de leur ligne suturale, se rencontre dans l'Hauterivien de Sainte-Croix (Suisse), de Trigance (Var) et de Valdrôme (Drôme). La ligne cloisonnaire se rapproche de celle de l'espèce précédente.

3. *Saynella* nov. sp. Espèce voisine de la précédente, mais à côtes plus espacées; de l'Hauterivien des Basses-Alpes.

4. *Saynella Grossouvrei* Nickl. sp. (= *Cleoniceras Suessi* Simionescu). Cette forme, dont M. Nicklès a étudié les tours internes et les cloisons, a été décrite dans sa forme adulte sous le nom de *Cleon. Suessi* par M. Simionescu. Elle est commune dans le Barrémien de Comps (Var); on la connaît aussi du Barrémien de Roumanie et du sud-est de l'Espagne.

5. *Saynella Fabrei* Torcapel sp. Espèce à tours moins embrassants que la précédente et à côtes plus fines. Barrémien inférieur des environs d'Euget (Gard), de Combe-Petite (Montagne-de-Lure), de Cobonne (Drôme), etc.

6. *Saynella Davydovi* Karakasch sp. [1]. Forme figurée par M. Karakasch du Barrémien de Sably (Crimée) et très voisine de *S. Grossouvrei* Nicklès.

7. *Saynella Nicklesi* Karakasch sp. (sub *Pulchellia*). Barrémien de Sably (Crimée) et de Comps (Var). L'examen d'un grand nombre d'échantillons de cette espèce, qu'il serait désirable d'étudier plus complètement que ne l'a fait M. Karakasch (qui l'a attribuée par erreur au genre *Pulchellia*), nous a révélé l'existence d'un *dimorphisme*

---

(1) N. Karakasch, *Le Crétacé inférieur de la Crimée et sa faune*. Saint-Pétersbourg, 1907. *Pl. II, fig.* 12.

intéressant. Sur un certain nombre d'individus de petite taille, les côtes passent en effet sur la région siphonale en y décrivant un bourrelet en chevron ogival accentué; d'autres, atteignant une plus grande taille, offrent une région siphonale arrondie devenant moins tranchante dans le dernier tour, les autres caractères restant les mêmes.

8. *Saynella* nov. sp. de l'Aptien inférieur (Bedoulien) de l'Homme d'Armes, près Montélimar (Drôme).

9. Enfin *Sayn. bicurvata* Mich. sp., *S. Heimi* Sar. sp., *S. undulata* Sar. sp., *S. raresulcata* Leym. sp., de l'Aptien supérieur, dont M. Sarasin a fait connaître la ligne cloisonnaire et qui semblent localisées dans le nord de l'Europe.

La série qui vient d'être étudiée constitue, à côté des faits analogues signalés par M. Ch. Jacob ([1]) pour les Ammonites du Crétacé moyen et par moi-même ([2]) pour les *Kossmaticeras* du Néocrétacé des régions antarctiques, un nouvel et remarquable exemple de phénomènes de *convergence* qui se montrent dans les Ammonitidés et se manifestent par le retour périodique, dans des familles d'origines différentes, des mêmes types d'ornementation, de forme générale et de lignes suturales. Elle nous montre avec évidence l'acquisition progressive, chez des formes dérivant nettement des Hoplitidés (*Leopoldia*), de caractères attribués jusqu'ici aux Desmocératidés (allure clypéiforme, asymétrie profonde *du premier* lobe latéral, forme générale de la coquille, côtes falculiformes passant sur une crête siphonale) jusqu'à la réalisation d'une analogie telle que la plupart des espèces en question ont été par divers auteurs rattachées au genre *Desmoceras*.

Nous voyons en outre, dans cette même série phylogénétique des *Saynella*, la ligne cloisonnaire prendre tour à tour le type de celle des *Cœlopoceras* (Hyatt) du Crétacé supérieur (dans *S. clypeiformis* d'Orb.) et celui des *Sonneratia* (Bayle) dans *Sayn. bicurvata* Mich. sp. dont les cloisons arrivent à avoir un tracé très analogue à celles de *Sonneratia Dutempleana* d'Orb. sp. et de *Sonn. Cleon* ([3]) d'Orb. sp., formes dont M. Ch. Jacob a cependant récemment démontré ([4]) l'origine distincte en les faisant dériver de *Parahoplites Puzoscanus* d'Orb. sp.

([1]) Ch. Jacob, *Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés*, etc. (*Thèse de l'Univ. de Paris* et *Trav. du Labor. de Géol. Univ. de Grenoble* 1907). — Id., *Étude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen* (*Mém. Soc. géol. de France : Paléont.*, t. XV, 1907).

([2]) W. Kilian et P. Reboul, *Les Céphalopodes néocrétacés des îles Seymour et Snow-Hill*. Stockholm, 1909.

([3]) Voir les figures données par MM. Sarasin et Jacob.

([4]) *Loc. cit.* (*Mém. Soc. géol. de France : Paléont.*, t. XV, n° 38, p. 57).

De semblables convergences ne peuvent s'expliquer, comme a tenté de le faire récemment le professeur Steinmann, par des « persistances de race » (*Rassenpersistenz*). Ces analogies trompeuses ont conduit à réunir, sous le nom de Desmocératidés, en un groupe essentiellement polyphylétique, au moins *trois séries* de formes barrémiennes d'origines très différentes. Je pense qu'il convient d'attacher désormais, dans la recherche des lois de l'évolution paléontologique des animaux, une plus grande importance à ces *phénomènes de convergence* dont le rôle a peut-être été trop négligé jusqu'à présent dans les études de phylogénie et a conduit fréquemment à établir prématurément des filiations erronées.

PLIS CACHETÉS.

M. **Pierre Rosenthal** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 27 décembre 1909 et inscrit sous le nº 7573.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *De l'emploi de la lumière bleue artificielle pour le blanchiment des dents.*

(Renvoi à l'examen de MM. A. Gautier et Laveran.)

CORRESPONDANCE.

M. **Hubert Latham** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Atlas photographique de la Lune*, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. Lœwy et P. Puiseux (11e fascicule).

2° *Exploration archéologique de Délos faite par l'École française d'Athènes.* Introduction. Carte de l'Ile de Délos au $\frac{1}{10000}$ avec un commentaire explicatif, par André Bellot. (Présenté par M. H. Poincaré.)

3° *Radiumthérapie*, par le Dr Louis Wickham et le Dr Degrais. Préface de M. le Professeur Fournier. (Présenté par M. Labbé.)

4° *Gaston Darboux : Biographie*, *Bibliographie analytique des écrits*, par M. Ernest Lebon. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la répartition des raies ultimes dans les spectres stellaires.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. H. Deslandres.

Ayant examiné récemment (*Comptes rendus*, 3 janvier 1910) le rôle des raies ultimes dans le spectre du Soleil, je me suis proposé de rechercher ici leur répartition dans les spectres des étoiles et les conclusions qu'on en pourrait tirer. J'ai eu recours, pour ce travail, à trois sources principales : 1° les Mémoires publiés sous la direction de M. E.-C. Pickering dans les *Annales de l'Observatoire de Harvard*, t. XVIII (1re Partie : Miss Maury, *Spectra of bright stars;* 2e Partie : Miss Cannon, *Spectra of bright southern stars*); 2° les nombreux travaux de Sir Norman Lockyer, spécialement son *Inorganic evolution;* 3° le bel *Atlas of stellar spectra* de Sir William et Lady Huggins. J'ai suivi la classification d'étoiles du Mémoire de Miss Cannon ; c'est celle du *Draper catalogue*, modifiée et complétée [1].

J'ai reconnu ainsi qu'abstraction faite de [H] et [K] du calcium, presque partout présentes, les raies ultimes ne se rencontrent pas dans les spectres des étoiles considérées comme les plus chaudes, c'est-à-dire dans les étoiles nébuleuses ou du type de Wolff et Rayet (groupes O), et dans les étoiles dites d'*Orion* (groupes B et B5A inclus). Les raies ultimes font leur apparition dans Algol (B8A), type de passage aux étoiles à hydrogène (groupe A), telles que Sirius ou Castor, où les raies ultimes nombreuses précèdent notablement le stage solaire (groupe G), qu'annonce Procyon (F5G), et dont Capella (G) est le type, caractérisé surtout par la prédominance des raies métalliques dont les raies ultimes se montrent ainsi la première expression. Elles sont encore présentes dans le groupe K, qu'Arcturus représente, et où la partie violette commence à s'affaiblir, type de transition aux étoiles à bandes sombres cannelées, d'origine métallique, dont Bételgeuse (M_b) est la plus brillante, et qui montrent, elles aussi, les raies ultimes dans la partie non obscurcie de leur spectre. Tout ce que nous venons de dire s'applique à la très grande majorité des spectres stellaires, c'est-à-dire à ceux que Miss Maury range sous la désignation de *divisions a et b*. Sa *division c*, environ 16 fois moins nombreuse, comprend des étoiles ne dépassant pas le groupe G, et dont les raies de l'hydrogène sont étroites, tandis que les lignes d'origine métallique sont plutôt épaisses et présentent

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1909, p. 223, 238; 1910, p. 246, 249.

des intensités relatives tout à fait différentes de celles du spectre solaire ; un certain nombre d'entre elles sont même étrangères à celui-ci. Les raies renforcées, *enhanced lines* de Sir N. Lockyer, y sont particulièrement intenses et indiqueraient la dissociation de nos corps simples en *proto-éléments*. Dans le Tableau ci-dessous, la colonne du milieu contient les longueurs d'ondes, corrigées d'après Exner et Haschek, des raies ultimes et de quelques raies de grande sensibilité. La division *a* et la division *c* ont été réparties à droite et à gauche, afin que le contraste apparaisse mieux entre les groupes d'étoiles se correspondant dans chaque division. Les lettres désignant chaque groupe sont celles adoptées par Miss Cannon. Les chiffres de chaque colonne donnent l'intensité des raies ultimes correspondantes pour le spectre de l'étoile type du groupe ; ces intensités ont été prises dans les Tables V et VII du Mémoire de Miss Maury.

Division *a*.								Division *c*.					
Algol.	Sirius.	Castor.	Procyon.	Capella.	Arcturus.	Bételgeuse.	Raies ultimes ou très sensibles.	Rigel.	4 du Lézard.	η Lion.	Deneb.	ε Cocher.	δ Grand Chien.
B8A.	A.	A.	F5G.	G.	K.	M_b.	λ.	B8A.	B9A.	A.	A2F.	F5G.	F8G.
	1	1	3	5			3860,1 Fe				2	?	3
2	3	3	3	4	?		3905,7 Si_u	?	1	2	4		
		?	2	3	3		3944,2 Al						
	2	2	2	6	6		3961,7 Al_u				2	2	3
	1	1	2	3	5	8	4030,9 Mn_u				1	2	5
	1	1	2	2	3	4	4033,2 Mn				2	2	2
			?	1	1	1	4034,3 K_u						
1	2	3	5	10	13	7	4046,0 Fe_u				2	4	4
			1			1	4047,3 K						
		1	2	2	2	3	4058,0 Pb_u						
1	2	3	3	7	4	5	4077,9 Sr_u			?	2	4	8
1	1	1	2	3	3	3	4118,9 Co_u				1	1	4
			1	1	2	3	4121,5 Co						
	1	2	2	3	3	1	4202,0 Rb_u				1	1	3
	1	2	3	5	7	9	4215,7 Sr				1	4	5
	1	1	2	1	1	4	4247,0 Sc				2	3	4
	2	1	1	2	3	5	4254,5 Cr_u				?	1	2
	?	1	2	3	5	6	4275,0 Cr						
1	2	4	3	11	10	13	4383,7 Fe_u				1	4	5
			2	2	4	7	4408,7 Va						2
	?	1	1	1	1	3	4554,2 Ba_u						

On voit que dans la division *c* les raies ultimes apparaissent à un stade notablement plus tardif que dans la division *a* et en moins grand nombre, tandis que la prédominance des raies renforcées nous annonce un état de la matière différent de celui qui existe dans le Soleil ou dans les sources électriques ordinaires de nos laboratoires; cet aspect particulier des spectres est bien visible dans l'atlas de Huggins, spécialement pour Rigel et pour Deneb (α Cygne). Ces deux étoiles sont aussi les types les plus caractéristiques (groupes *Rigelian* et *Cygnian*) de la série à *température ascendante* dans la classification de Lockyer, série qui correspond bien à la division *c* et comprend des étoiles à un moindre degré de condensation, où prédomine le *test spectrum*, spectre témoin, formé de raies renforcées (*Inorganic evolution*, Ch. V et VII), tandis que l'apparition des raies ultimes ne se fait pas ou subit un retard dans la série des groupes. Les raies ultimes du calcium [H] et [K], que j'ai supprimées du Tableau parce qu'elles figuraient dans toutes les colonnes, et les raies ultimes du strontium 4215,7 et 4077,9 sont considérées par Lockyer comme des raies renforcées, la dissociation des métaux alcalino-terreux en *proto-éléments* étant d'ailleurs supposée s'opérer à une température relativement basse.

Les clichés de spectres d'étincelle dans des mélanges de gaz m'ont toujours permis de reconnaître, en faibles quantités, l'oxygène par le triplet 4076,1; 4072,4; 4070,0, et l'azote par les raies 4630,7, et surtout 3995,3. C'est bien par ces mêmes raies que la présence de l'oxygène et de l'azote a été découverte par Mac Clean dans les étoiles à hélium. Les raies les plus sensibles des gaz n'ont d'ailleurs aucun des caractères des raies ultimes des métaux ou de certains métalloïdes, et ne sont pas, comme celles-ci, communes à l'étincelle, à l'arc ou aux flammes très chaudes; elles indiquent donc exclusivement dans les étoiles l'action de puissantes décharges électriques.

On voit que la présence ou l'absence des raies ultimes dans les spectres stellaires est susceptible de fournir des indications sur les températures relatives ou le stage d'évolution d'une étoile. Cette nouvelle sorte de lignes trouve aussi bien sa place dans les classifications de Harvard que dans les si intéressantes conceptions de Sir Norman Lockyer.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes et les congruences* K. Note de M. A. **Demoulin**.

Dans notre Note du 3 janvier 1910 nous avons démontré et complété un théorème dû à M. Bianchi. Les surfaces (M_3) dont il est question dans

l'énoncé de ce théorème dépendent d'une fonction α' qui n'est définie qu'à une constante additive près. Pour plus de netteté, nous désignerons par (M_3) celle des surfaces considérées qui correspond à une valeur arbitraire, mais déterminée, α'_0 de α' et par (M') la surface qui correspond à la valeur $\alpha'_0 + w$ de α'; la variation du paramètre w' donnera toutes les surfaces analogues à (M_3). Désignons par M' le point d'intersection de la surface (M') avec le cercle (Γ) qui passe par les points M_0, M_1, M_2. Le rapport anharmonique des points M_2, M', M_0, M_1 a pour valeur $\frac{\alpha'_0 + w'}{\theta}$. Par suite, *quatre surfaces* (M') *coupent le cercle* (Γ) *en quatre points dont le rapport anharmonique est constant.*

Les surfaces (M_0) et (M_3) correspondent à (M_1) dans des transformations de Ribaucour; donc, en vertu du théorème de M. Bianchi, il existe une infinité simple de surfaces qui correspondent à (M_0) et à (M_3) dans des transformations de Ribaucour. On les obtient comme il suit. Envisageons la surface (M) décrite par un point M situé sur (Γ) et dont les coordonnées $(y_1, \ldots, y_5)$ ont pour valeurs

$$y_1 = x_1, \qquad y_2 = x_2, \qquad y_3 = x_3, \qquad y_4 + iy_5 = \alpha + w, \qquad y_4 - iy_5 = \theta'';$$

θ'' étant définie par l'égalité

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + (x + w)\,\theta'' = 0$$

dans laquelle w désigne une constante arbitraire ([1]). Lorsque w varie, la surface (M) engendre la famille en question ([2]). Cette surface correspond évidemment à (M_0) dans une transformation de Ribaucour. Elle correspond aussi, dans une transformation de Ribaucour, à une quelconque des surfaces (M'); on l'établit en utilisant le lemme invoqué dans notre précédente Communication.

Il est clair que les surfaces (M) jouissent de la même propriété que les surfaces (M') : *quatre surfaces* (M) *coupent le cercle* (Γ) *en quatre points dont le rapport anharmonique est constant.*

Nous appellerons *système* K toute congruence de cercles tels que les

---

([1]) La surface (M_2) correspond à la valeur *zéro* de w.

([2]) Soient R', R'' les rayons de courbure principaux de (M_0). On sait que chaque solution (λ, μ) du système $\frac{\partial \lambda}{\partial u} + R' \frac{\partial \mu}{\partial u} = 0$, $\frac{\partial \lambda}{\partial v} + R'' \frac{\partial \mu}{\partial v} = 0$ permet de définir une surface qui correspond à (M_0) dans une transformation de Ribaucour. Si les surfaces (M_1) et (M_2) correspondent aux solutions (λ_1, μ_1), (λ_2, μ_2), la surface (M) correspondra à la solution $(\lambda_1 + C\lambda_2, \mu_1 + C\mu_2)$, C désignant une constante arbitraire.

cercles (Γ) et *congruence* K la congruence rectiligne formée par les axes de ces cercles [1].

Les propriétés établies plus haut montrent déjà l'analogie qui existe entre les systèmes K et les systèmes cycliques, les surfaces (M) et les surfaces (M′) qu'il convient d'adjoindre à tout système K remplaçant les trajectoires orthogonales des cercles d'un système cyclique. Cette analogie se manifestera encore à maintes reprises dans les développements qui vont suivre.

Envisageons les normales aux surfaces (M) et les normales aux surfaces (M′) aux différents points d'un cercle (Γ). La normale à une surface (M) et la normale à une surface (M′) se coupent toujours, et, si l'on désigne par I leur point d'intersection, on a $MI = M'I$.

Deux cas peuvent se présenter : 1° si une des normales considérées est située dans le plan ω de (Γ), toutes le sont et l'égalité ci-dessus montre qu'elles sont de plus tangentes à une seule (Γ′) concentrique à (Γ); *ce cercle engendre un système cyclique et les surfaces* (M), (M′) *sont parallèles aux trajectoires orthogonales des cercles* (Γ′); 2° lorsqu'une des normales considérées est extérieure au plan ω, toutes le sont; alors les normales aux surfaces (M) et les normales aux surfaces (M′) engendrent deux demi-quadriques complémentaires; *la quadrique* (Q) *qui les porte est de révolution autour de l'axe a du cercle* (Γ).

---

(1) Des systèmes K particuliers ont été rencontrés dans plusieurs recherches de Géométrie infinitésimale. Nous citerons les systèmes engendrés :

1° Par les cercles décrits dans les plans tangents d'une surface à courbure totale constante, des points de contact comme centres avec un rayon constant arbitraire;

2° Par les cercles que M. Eisenhart a attachés à toute surface ayant même représentation de ses lignes de courbure qu'une surface à courbure constante;

3° Par les cercles de rayon nul formés par les tangentes isotropes en un point variable d'une surface de M. Guichard (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 159).

On doit à M. Bianchi une remarquable propriété des surfaces isothermiques :

Si (M_1), (M_2) *sont deux surfaces isothermiques déduites d'une surface isothermique* (M_0) *au moyen de deux transformations* D_{m_1}, D_{m_2} *de M. Darboux, il existe une quatrième surface isothermique* (M_3) *qui correspond aux surfaces* (M_1), (M_2) *dans des transformations* D_{m_2}, D_{m_1} *de M. Darboux.* Ce théorème peut être complété comme il suit : *Soient* M_0, M_1, M_2, M_3 *des points correspondants des surfaces* (M_0), (M_1), (M_2), (M_3). *Ces points sont concycliques et leur rapport anharmonique* ($M_0M_3M_1M_2$) *est égal à* $\frac{m_2}{m_1}$. On établit aisément ces propriétés en s'appuyant sur les formules de M. Bianchi et en soumettant la figure à une inversion de pôle M_0; nous les avons d'abord obtenues par l'application de certaines des formules indiquées dans notre précédente Communication. *Le cercle qui renferme les points* M_0, M_1, M_2, M_3 *engendre un système* K.

Cette discussion conduit naturellement à une classification des systèmes K. Au premier des cas envisagés correspondront les systèmes K de *première espèce* et au second, les systèmes K de *seconde espèce*.

La Géométrie va nous fournir de nouvelles propriétés des systèmes K. Désignons par (M_0) et (M_3) deux quelconques des surfaces (M') et par (M_1) et (M_2) deux quelconques des surfaces (M). Soient C_{01}, C_{02}, C_{13}, C_{23} les centres des sphères qui ont pour enveloppes les couples (M_0), (M_1); (M_0), (M_2); (M_1), (M_3); (M_2), (M_3). Les plans tangents aux surfaces (C_{01}), (C_{02}), (C_{13}), (C_{23}) sont respectivement perpendiculaires aux cordes M_0M_1, M_0M_2, M_1M_3, M_2M_3 du cercle (Γ) en leurs milieux, donc elles ont en commun l'axe a de ce cercle.

Désignons par α_{iu} et α_{iv} les plans principaux de la surface (M_i) $(i = 0, 1, 2, 3)$ respectivement tangents aux lignes (M_{iu}) et (M_{iv}) (1). Les tangentes aux courbes $(C_{01,u})$, $(C_{02,u})$, $(C_{23,u})$, $(C_{13,u})$ sont respectivement les intersections des plans α_{0u} et α_{1u}, α_{0u} et α_{2u}, α_{2u} et α_{3u}, α_{1u} et α_{3u}; comme elles rencontrent a, *elles concourent en un point* F′ *de* a *et les plans* α_{iu} *passent par ce point*. Pareillement, *les tangentes aux courbes* $(C_{01,v})$, $(C_{02,v})$, $(C_{23,v})$, $(C_{13,v})$ *concourent en un point* F *de* a *et les plans* α_{iv} *passent par ce point*.

Sur les surfaces (C_{01}), (C_{02}), (C_{23}), (C_{13}), le réseau (u, v) est conjugué (Dupin); donc, en vertu d'un théorème de M. Darboux (*Leçons*, IIe Partie, p. 230), u et v sont les paramètres des développables engendrées par la droite a et celle-ci est tangente aux courbes (F_u), (F'_v).

Les surfaces (M_0) et (M_1) étant fixées, on peut faire coïncider les surfaces (M_2) et (M_3) respectivement avec une quelconque des surfaces (M) et une quelconque des surfaces (M'). Dès lors, les résultats que nous venons d'établir peuvent être énoncés comme il suit :

Soient F, F′ *les foyers de l'axe* a *du cercle* (Γ), F *correspondant à la développable* $v =$ const., *et* F′ *à la développable* $u =$ const.

Les plans principaux des surfaces (M) *et des surfaces* (M′), *tangents aux lignes* $v =$ const., *passent par le point* F′.

Les plans principaux des mêmes surfaces, tangents aux lignes $u =$ const., *passent par le point* F.

On déduit facilement de là que, dans le cas d'un système K de seconde espèce, *les foyers* Φ, Φ' *des sections méridiennes de la quadrique* (Q) *sont conjugués harmoniques par rapport aux foyers* F, F′ *de la droite* a.

---

(1) Lorsque les coordonnées d'un point P d'une surface dépendent de deux paramètres u, v, nous désignons respectivement par (P_u) et (P_v) les lignes $v =$ const. et $u =$ const. qui passent par ce point.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la méthode de Jacobi*
Note de M. **U. Cisotti**, présentée par M. Poincaré.

Dans une Note récente, M. Poincaré généralise [1] la méthode de Jacobi pour l'intégration des systèmes d'équations canoniques. En effet, le théorème de M. Poincaré se présente comme une généralisation du théorème de Jacobi relatif à un nombre de variables assigné d'avance. Mais, en augmentant ce nombre d'une manière convenable, on reconnaît aisément que le résultat de M. Poincaré peut être, à son tour, déduit du théorème de Jacobi.

Soient x_i, y_i $(i=1, 2, \ldots, n)$ un système de $2n$ variables, qui doivent satisfaire aux équations canoniques de Hamilton

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt}=\frac{d\mathrm{F}}{dy_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt}=\frac{d\mathrm{F}}{dx_i},$$

où $\mathrm{F}(x|y)$ est la fonction caractéristique.

Faisons un changement de variables, en exprimant les x et les y en fonction de $2\mathrm{N}>2n$ variables nouvelles $p_1, p_2, \ldots, p_{\mathrm{N}}$; $q_1, q_2, \ldots, q_{\mathrm{N}}$, et posons

$$(2) \qquad x_i=x_i(p|q), \qquad y_i=y_i(p|q).$$

Introduisons encore $r \leqq 2(\mathrm{N}-n)$ relations indépendantes entre les variables p et q :

$$(3) \qquad f_k(p|q)=0 \qquad (k=1, 2, \ldots, r).$$

Les relations (2) et (3) doivent être choisies de façon que l'expression

$$(4) \qquad \sum y\,dx-\sum p\,dq = \text{une différentielle exacte à } 2\mathrm{N}-r \text{ variables.}$$

On peut observer qu'il y a une infinité de changements de variables, qui rentrent dans les conditions précédentes.

On y satisfait, par exemple, en prenant une fonction S des variables y et q $\left(\text{dont la matrice, qui a pour éléments les } \frac{d^2\mathrm{S}}{dy\,dq}, \text{ ne s'annule pas identiquement}\right)$, et en

(1) *Sur une généralisation de la méthode de Jacobi* (*Comptes rendus*, t. CXLIX, 13 décembre 1909).

posant

(5) $$x = \frac{dS}{dy}, \qquad p = \frac{dS}{dq};$$

à ces relations on peut ajouter un certain nombre $5 \leq N - n$ de relations (3).

Le changement de variables, dont se sert M. Poincaré, rentre dans ce type.

Supposons que les r relations (3) soient résolubles par rapport à r des q : nous les appellerons les q_b; en indiquant les autres $N - r$ par q_a, et distinguant de même les variables conjuguées en deux groupes, les q_b seront des fonctions des q_a, des p_a et des p_b. Cela nous permet d'exprimer la fonction caractéristique F en fonction des p_a, des p_b et des q_a; nous appellerons $H(p_a|p_b|q_a)$ ce que devient la $F(x|y)$ après cette substitution.

Soit $V(q_a|q_b|\alpha_a|\alpha_b)$, où les α_a et les α_b sont des constantes, une intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles

$$H\left(\frac{dV}{dq_a}\bigg|\frac{dV}{dq_b}\bigg|q_a\right) = \text{const.} \quad (\text{fonction des } \alpha),$$

et posons

(6) $$\begin{cases} p_a = \dfrac{dV}{dq_a}, & p_b = \dfrac{dV}{dq_b}, \\ \beta_a = \dfrac{dV}{d\alpha_a}, & \beta_b = \dfrac{dV}{d\alpha_b}, \end{cases}$$

où les β_a et les β_b sont aussi des constantes.

Le théorème de Jacobi nous assure que les (6) rendent l'expression

(7) $$\sum p\,dq - \sum \alpha\,d\beta = \text{une différentielle exacte},$$

si l'on regarde les q et les α comme des variables indépendantes, et *a fortiori*, si les q_b sont liées aux autres variables par les relations (3), et si nous posons aussi $\alpha_b = 0$, en choisissant (ce qui est toujours possible) de tels α_b que le déterminant $\left\|\dfrac{d^2}{d\alpha_a\,d\beta_a}\right\|$ ne s'annule pas.

Pour plus de clarté, nous indiquerons par $W(q_a|q_b|\alpha_a)$ ce que devient la fonction V lorsqu'on y pose $\alpha_b = 0$.

Il va sans dire que toute intégrale de $H = \text{const.}$, dépendant de $N - r$ constantes, pourrait être envisagée comme une telle W, pourvu seulement que le déterminant $\left\|\dfrac{d^2 W}{dq_a\,d\alpha_a}\right\|$ ne s'annule pas.

On a, d'après (6),

(8) $$p_a = \frac{dW}{dq_a}, \qquad p_b = \frac{dW}{dq_b}, \qquad \beta_a = \frac{dW}{d\alpha_a};$$

quant au dernier groupe $\beta_b = \left(\frac{dV}{d\alpha_b}\right)_{\alpha_b=0}$, on peut l'envisager comme la définition des β_b, et nous n'aurons pas à le considérer davantage.

Le (7) devient après cela

$$(9) \qquad \sum p\,dq - \sum \alpha_a\,d\beta_a = \text{une différentielle exacte à } 2(N-r) \text{ variables.}$$

Les (8) et les (3), qui sont au nombre de $2N$, nous donnent tout p et tout q en fonction des $2(N-r)$ constantes α_a et β_a. Enfin, une substitution dans les (2) nous donnera les $x_i(\alpha_a | \beta_a)$ et les $y_i(\alpha_a | \beta_a)$, tels que, grâce aux relations (4) et (3), l'expression

$$\sum y\,dx - \sum \alpha\,d\beta$$

est une différentielle exacte à $2(N-r)$ variables.

Si l'on prend, en particulier, $r = N - n$ [ce qui vérifie bien l'inégalité $r \leqq 2(N-n)$], et si l'on suppose que les expressions des x, y soient résolubles par rapport aux α_a et aux β_a (ce qui arrivera en général, en exigeant seulement des restrictions qualitatives que j'omets de préciser), on a entre les x, y et les α_a, β_a un changement de variables *canonique*.

C. Q. F. D.

Remarque. — Ayant fixé pour r la valeur $N + n$, pour retrouver les résultats de M. Poincaré, il suffit :

1° D'indiquer par p' et q' les variables qu'il désigne par p et q;

2° De poser dans ce qui précède

$$p_a = p'_a, \qquad q_a = q'_a, \qquad p_b = -q'_b, \qquad q_b = p'_b; \qquad \alpha_a = y'_a, \qquad \beta = x'_a;$$

3° D'avoir recours aux relations (5) [en remplacement des (2) et (3)] avec

$$S = \sum yx(q'_a | q'_b).$$

Les fonctions $x(q'_a | q'_b)$ sont les expressions paramétriques, d'où part M. Poincaré, pour élever le degré de liberté du système.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles de points.* Note de M. Ludovic Zoretti, présentée par M. Appell.

I. Je me propose de développer dans cette Note certaines définitions qu'on peut donner relativement à un ensemble de points (à deux dimensions, par exemple) dans un ordre d'idées analogue à celui dont M. Denjoy s'est occupé

dans deux Notes récentes. La définition de ce qu'il appelle la *sinuosité* d'un ensemble s'était présentée naturellement à moi, il y a déjà longtemps, avec une légère différence que j'indique tout d'abord; tandis que, parmi les chemins qui évitent les points de l'ensemble et joignent A et B, il considère tous ceux qui sont dans un cercle de rayon r autour du point qu'on veut étudier, je considère uniquement ceux dont l'écart AB est plus petit qu'un nombre ε que je fais tendre vers zéro en laissant r fixe. La limite inférieure des rapports des longueurs de ces chemins à la longueur AB augmente quand ε diminue et tend vers une limite. La limite supérieure de toutes ces limites pour les différents couples A, B diminue avec r. Si sa limite pour $r = 0$ est $1 + \lambda$, λ sera la sinuosité.

On voit tout de suite que la définition ci-dessus fournit une valeur supérieure (ou égale) à celle de M. Denjoy. On conçoit que les deux valeurs puissent être différentes, car il peut être plus court pour aller de A à B de s'écarter notablement de AB que d'en rester constamment très près.

II. Les applications actuelles de la théorie des ensembles à la théorie des fonctions analytiques semblant nécessiter une étude de plus en plus approfondie de la disposition dans le plan des points d'un ensemble, je crois utile d'indiquer les points de vue suivants auxquels on peut encore se placer pour une telle étude.

Entourons chaque point d'un ensemble borné d'un cercle de rayon r. L'ensemble de ces cercles couvre un nombre fini de domaines. Soit n ce nombre. Quand r diminue, n croît. S'il reste borné, il atteint et conserve une valeur fixe. S'il grandit indéfiniment, il aura un *ordre* d'infinitude par rapport à $\frac{1}{r}$; ce nombre ou cet ordre pourront s'appeler l'*ordre de morcellement de l'ensemble*.

Il est facile de voir qu'on peut considérer au lieu de cercles une succession E_n d'ensembles jouissant des propriétés suivantes : 1° chacun est une somme de continus superficiels; 2° chacun est portion du précédent; 3° ils contiennent l'ensemble E donné; 4° chaque portion de E_n est à une distance de E inférieure à r, et tout point de E_n est à une distance de E inférieure à $2r$. Le nombre des portions de E_n est une fonction croissante de r, qui a la même limite que dans le cas précédent, pourvu que E soit fermé.

III. Le point de vue suivant se rapproche davantage de celui de M. Denjoy. Soit a un point d'un ensemble à deux dimensions. Menons par a une droite qui fait avec une droite fixe l'angle φ. Les points de l'ensemble

situés sur la droite et intérieurs à un cercle de rayon r forment un ensemble de mesure $m(\varphi)$. Calculons l'intégrale (au sens de Lebesgue) :

$$\frac{1}{2\pi r}\int_0^{2\pi} m(\varphi)\,d\varphi.$$

Cette intégrale tend, en général, quand r tend vers zéro, vers une limite que j'appellerai *ramification de l'ensemble au point* a.

Ce nombre est compris entre 0 et 1. Il est égal à 1 pour un ensemble superficiel lorsque a est un point intérieur. Il peut prendre une valeur quelconque pour un point frontière d'un ensemble superficiel. Il est facile de donner des exemples d'ensembles non continus pour lesquels il prend une valeur non nulle. Il est vraisemblablement nul pour un ensemble d'aire nulle. Enfin il n'y a certainement pas identité entre cette définition et celle de M. Denjoy. D'ailleurs elle a l'avantage de s'appliquer au cas d'un ensemble continu, ce qui n'est pas le cas de la première. Il me semble naturel de lui faire jouer un rôle dans l'étude des singularités d'une fonction continue, de variable complexe.

IV. Je signale en dernier lieu la définition suivante : Entourons un point a d'un ensemble d'un cercle de rayon r. Considérons l'ensemble des points qu'on peut joindre à a par un chemin évitant l'ensemble et de longueur inférieure ou égale à r. Ces points forment un domaine. Considérons le rapport de son *aire* à πr^2. La plus grande limite de ce rapport, quand r tend vers zéro, est un nombre qui caractérise aussi l'enchevêtrement des points de l'ensemble.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'élimination des couples directeurs électriques et des effets dus à la dissymétrie, à l'absence de réglage et aux forces électromotrices de contact dans les électromètres à quadrants.* Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode suivante permet d'obtenir, avec un électromètre dissymétrique et dépourvu de moyens de réglage, des résultats entièrement rigoureux; d'accroître en même temps la sensibilité de l'appareil et d'en supprimer l'étalonnage. Nous supposerons seulement que les déplacements sensibles de l'aiguille se réduisent à une rotation.

Supportons le fil de suspension par un tambour dont la rotation puisse être exactement mesurée. Soient θ l'angle d'écart de l'aiguille relativement

à une position initiale *quelconque*, α l'angle de torsion du fil, C son coefficient de torsion, W l'énergie potentielle du système formé par l'aiguille et les quadrants. On a, pour l'équilibre,

$$C\alpha = \frac{dW}{d\theta}. \tag{1}$$

Or W est une fonction quadratique et homogène des potentiels V_1, V_2 et V des secteurs et de l'aiguille; les coefficients qui y figurent sont eux-mêmes des fonctions continues de θ développables suivant les puissances de θ. L'équation (1) est donc de la forme

$$C\alpha = F(V_1, V_2, V) + \theta P(\theta); \tag{2}$$

F désignant une fonction quadratique et homogène à coefficients constants et $P(\theta)$ un développement en θ.

Si, par rotation du tambour de suspension, on ramène constamment l'aiguille dans sa position initiale, on a $\theta = 0$ et l'équation (2) se réduit à

$$C\alpha = F(V_1, V_2, V). \tag{3}$$

Ainsi se trouve éliminé le terme en P, c'est-à-dire l'ensemble de tous les couples directeurs d'origine électrique, aussi bien ceux mis en évidence par Hopkinson, M. Gouy, etc., et qui proviennent des termes constants de P, que ceux résultant des autres termes de ce développement.

Ceci posé, il est possible, en combinant par différence deux lectures convenables α et α', d'obtenir des relations de la forme

$$C(\alpha - \alpha') = K \times \varphi\varphi', \tag{4}$$

φ et φ' désignant deux potentiels donnés, de telle sorte que la sensibilité dans la mesure de φ' soit rigoureusement proportionnelle à φ, et réciproquement. Dans les deux cas l'étalonnage est supprimé.

I. Interchangeons les potentiels des secteurs et ramenons l'aiguille dans sa position initiale. Soit α' la nouvelle torsion du fil. Nous aurons

$$C\alpha' = F(V_2, V_1, V). \tag{5}$$

En retranchant (3) de (5), on obtient

$$C(\alpha' - \alpha) = A(V_2 - V_1)(V_1 + V_2 + kV).$$

Si l'on fait $V_1 + V_2 = 0$ (*montage symétrique*), on obtient

$$C(\alpha' - \alpha) = 2AkV_2V,$$

relation de la forme (4).

II. Au lieu d'interchanger les potentiels des secteurs, remplaçons chacun d'eux par un potentiel égal et contraire. Nous obtenons

$$C\alpha' = F(-V_1, -V_2, V), \tag{6}$$

et, par soustraction avec (3) :

$$C(\alpha' - \alpha) = A'(V_2 + k'V_1)V.$$

Pour $V_2 = 0$ (*montage hétérostatique*), on obtient encore une relation de la forme (4).

D'autres combinaisons sont également possibles. Nous n'y insisterons pas.

Les formules précédentes supposent négligeables les forces électromotrices de contact entre les secteurs, l'aiguille et le sol. Autrement, il faudrait poser

$$V_1 = U_1 + \varepsilon_1, \qquad V_2 = U_2 + \varepsilon_2, \qquad V = U + \varepsilon.$$

On obtiendrait alors des relations de la forme

$$C(\alpha' - \alpha) = K(\mathfrak{V} + \mu)\mathfrak{V}'. \tag{7}$$

Si besoin était, on éliminerait μ au moyen de deux lectures correspondant à $\mathfrak{V} = 0$. Mais cela n'est généralement pas nécessaire. En particulier, la formule (7) se prête directement à la mesure relative des potentiels $\mathfrak{V}'$.

La méthode actuelle est facilement applicable à la mesure des charges. Supposons, par exemple, qu'on emploie la méthode hétérostatique ($V_2 = 0$). La charge q des secteurs isolés a pour expression $q = mV + nV_1$, m et n désignant des fonctions de θ qui se réduisent ici aux termes constants de leurs développements (puisqu'on fait toujours $\theta = 0$).

Posons $V_1 = U_1 + \varepsilon_1$, ε_1 désignant une force électromotrice de contact.

L'aiguille étant au potentiel V, relions les secteurs 1 au sol ($U_1 = 0$); faisons tourner la suspension jusqu'à ce que $\theta = 0$, puis supprimons la communication avec le sol : les secteurs 1 gardent une charge $q_1 = mV + n\varepsilon_1$. Si nous leur communiquons alors la charge inconnue x et si nous faisons $\theta = 0$ au moyen d'une torsion α, ils prendront un certain potentiel $V_1 = U_1 + \varepsilon_1$ et leur charge actuelle s'exprimera par $mV + n(U_1 + \varepsilon_1)$. D'où l'on déduit $x = nU_1$.

Pour mesurer U_1 on relie les secteurs 1 à l'une des extrémités d'un potentiomètre sur lequel on agit, sans toucher à la suspension, jusqu'à rétablir $\theta = 0$. La torsion reprend la même valeur α et les secteurs 1 le même potentiel $V_1 = U_1 + \varepsilon_1$. Remplaçons U_1 par $-U_1$, rétablissons $\theta = 0$ et

mesurons la torsion α'. On trouve :

$$C(\alpha' - \alpha) = B(V + \mu)U_1 = B'(V + \mu)x.$$

La mesure de x peut donc s'effectuer sans étalonnage et avec une sensibilité proportionnelle à $V + \mu$.

Le dispositif expérimental et les vérifications seront publiés ailleurs.

PHYSIQUE. — *Sur la constante de la loi de Stefan et le rayonnement du platine.* Note de MM. **Edmond Bauer** et **Marcel Moulin**, présentée par M. Villard.

I. Dans une récente Note [1] nous avons décrit une méthode qui nous a permis de déterminer la constante σ de la loi de Stefan :

$$E = \sigma T^4.$$

Nous comparions le rayonnement d'un corps noir à 1064° au rayonnement d'une lame de platine, connu, en valeur absolue, par des expériences dans le vide.

Nous admettions que le rayonnement du platine suit très suffisamment la loi de Lambert jusqu'à des angles d'émission très grands.

C'est ce que semblaient démontrer les expériences de Möller [2] sur le rayonnement rouge du platine et les expériences de Knoblauch [3] sur le pouvoir réflecteur d'autres métaux pour les rayons infra-rouges. Nous avions d'ailleurs vérifié que le pouvoir émissif de notre lame de platine était le même dans la direction normale et dans une direction voisine de 40° ; mais nous n'avions pas pu dépasser cet angle avec les appareils dont nous disposions.

Dans cette hypothèse qui nous semblait alors très probable, nous avons trouvé

$$\sigma = 6,0.10^{-12} \quad (\text{watt.cm}^{-2}\ \text{degré}^{-4}).$$

II. M. Féry nous a signalé depuis qu'il avait essayé de faire vérifier, comme manipulation, la loi de Lambert sur le rayonnement total du platine et que le pouvoir émissif semblait augmenter beaucoup avec l'incidence. Nous avons alors entrepris une série d'expériences, d'abord

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 988.

(2) Möller, *Wied. Ann.*, t. XXIV, 1885, p. 266.

(3) Knoblauch, *Wied. Ann.*, t. I, 1877, p. 1.

avec une lame de platine neuve (polie), puis sur l'une de celles qui avaient servi à nos expériences et dont la surface avait pris un aspect cristallin.

Nous avons trouvé que le pouvoir émissif, constant pour des angles d'émission inférieurs à 40°, augmente notablement pour des angles plus grands, comme on le verra dans le Tableau ci-dessous.

Nous nous sommes aperçu depuis que ce résultat avait été prévu, pour le rayonnement rouge, par M. Oulianine (¹) à partir des formules de la réflexion métallique et des constantes optiques du platine déterminées par Drude.

Le Tableau ci-dessous donne, dans la première colonne, les valeurs relatives du pouvoir émissif calculé pour le rouge et, dans la deuxième, les résultats de Möller. On voit qu'il y a un désaccord entre la théorie et l'expérience. M. Oulianine attribue ce désaccord à l'état de la surface. Nous avons vérifié rapidement que, pour une surface polie, le pouvoir émisssif, pour le rouge, augmente bien, comme le veut la théorie (colonne 3), alors que, pour une surface rugueuse, le pouvoir émissif reste constant (colonne 4). Enfin la dernière colonne donne la moyenne des résultats que nous avons obtenus pour la radiation totale. On voit que l'augmentation du pouvoir émissif avec l'angle d'émission est beaucoup plus grande pour la radiation totale que pour le rouge seul.

Angle.	1. Calculé.	2. Möller.	3. Poli.	4. Rugueux.	5. Émission totale.
0.........	1,000	1,000	1	1,00	1,00
10.........	0,999	0,998	»	»	0,98
20.........	1,000	0,998	»	»	0,97
25.........	»	»	0,97	1,00	»
30.........	1,005	0,999	»	»	0,97
40.........	1,015	1,004	1,02	1,00	0,985
50.........	1,046	1,008	1,00	1,00	1,03
60.........	1,090	1,008	1,07	1,00	1,14
70.........	1,167	1,015	1,10	1,00	1,35
80.........	1,159	1,029	1,13	1,00	1,77
85.........	»	»	»	»	1,90

Les résultats de la colonne 5 s'appliquent à la lame de platine rugueuse qui avait servi à nos expériences antérieures. La lame polie a fourni les mêmes nombres (²) qui semblent, de plus, indépendants de la température.

(¹) Oulianine, *Wied. Ann.*, 62, 1897, p. 536.

(²) Il faut remarquer qu'il s'agit ici de grandes longueurs d'onde.

III. A partir de ces données, nous avons pu facilement corriger l'erreur systématique qui s'introduisait dans notre résultat, en tenant compte de ce que le télescope visait la lame sous un angle de 13° environ. Cette correction variait entre 11,5 et 12,1 pour 100, ce qui permet de connaître à 1 pour 100 près la valeur de σ corrigée.

Nous obtenons ainsi :

$$\sigma = 5,3.10^{-12} \qquad (\text{watt.cm}^{-2}\ \text{degré}^{-4}),$$

valeur qui est en bon accord avec le résultat de M. Kurlbaum ($5,32.10^{-12}$).

CHIMIE. — *Sur les difficultés de la bibliographie chimique.* Note de M. **A. Colson.**

Dans le dernier Volume des *Comptes rendus* (p. 1378), M. Baubigny tient absolument à me convaincre d'avoir grossi une erreur en généralisant sans preuve une réaction que je n'ai pas faite. Il affirme que, en compulsant cinq *traités* étrangers, qui sont, à son avis, les Ouvrages les plus autorisés en Chimie minérale, il n'a pas trouvé le fait que j'ai relaté dans le *Traité* de Moissan. Il est vrai que je n'ai pas aussi souvent cité ces œuvres que l'*Encyclopédie Frémy* où se trouve une excellente monographie de l'*Argent* écrite par M. de Forcrand, Correspondant de l'Institut. C'est là, et à propos du sujet qu'il incrimine, que M. Baubigny aurait trouvé sans peine (p. 362, lignes 15 et 16) l'affirmation qu'il persiste à m'attribuer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur l'aluminium dans le vide.* Note de M. **E. Kohn-Abrest**, présentée par M. Arm. Gautier.

Au cours d'une étude faite pour extraire les gaz de l'aluminium, j'ai pu observer quelques propriétés intéressantes de ce métal.

Quand on chauffe de l'aluminium pratiquement pur (99,2 pour 100), ou de la poudre d'aluminium dégraissée et séchée dans le vide, on constate un dégagement très lent de gaz. Lorsqu'au bout de plusieurs heures après refroidissement, on retire le métal ou la poudre du milieu, on s'aperçoit que le résidu de l'opération possède un aspect très différent de la matière première, la poudre en particulier s'est agglomérée en globules ou en amas fondus d'aspect brillant, et s'est séparée de l'oxyde préexistant dont j'ai déjà signalé l'existence.

On constate en outre une perte de poids qui est due à une volatilisation de l'aluminium. Cette volatilisation est suivie d'effets qui varient avec les conditions de l'expérience.

Le dispositif que j'ai employé comprend un tube de porcelaine de Berlin de 2^{cm} de diamètre et de $0^{m},80$ de longueur, chauffé électriquement; ce tube est relié à la trompe à mercure d'Ogier, les deux extrémités du tube s'engageant dans des tubes en verre garnis d'anhydride phosphorique; l'une de ces extrémités comprend un tube de Plücker. Les températures sont mesurées, au fur et à mesure des expériences, au pyromètre Le Chatelier.

Lorsque, avec ce dispositif, on chauffe de l'aluminium en morceaux ou en poudre vers 1100° dans des nacelles en porcelaine pendant 2 heures environ, on constate qu'au cours de la volatilisation la nacelle est devenue brun foncé avec de beaux reflets irisés (1). Avec un chauffage plus prolongé, on remarque que le métal a attaqué les nacelles au fond desquelles adhèrent des amas d'un produit cristallisé en longues aiguilles que l'analyse démontre être formé par un alliage d'aluminium et de silicium. Par attaque dans l'acide chlorhydrique, le silicium est isolé en paillettes noires cristallisées; selon la durée du chauffage, on obtient des siliciures différents. J'ai trouvé ainsi un siliciure dont la formule serait Al^2Si.

Dans le but d'éviter l'attaque de la nacelle et la présence du silicium, j'ai poursuivi l'étude de la volatilisation de l'aluminium dans des nacelles en graphite ne renfermant guère plus de 1 pour 100 de cendres. On constate, dans ces conditions, *que les nacelles absorbent une partie notable des vapeurs de l'aluminium*, l'autre se perd dans l'enceinte chaude, le reste est aggloméré en globules recouverts d'un enduit jaune soluble dans l'acide chlorhydrique.

J'ai étudié systématiquement la volatilisation de l'aluminium; les résultats peuvent se résumer dans le Tableau ci-après :

Expérience I.

Températures.	Durée du chauffage.	Poids de la matière.	Perte totale.	Gain de la nacelle seule.	Perte totale pour 100.	Observations.
°	h	g				
770	4	1,012	0,0000	0,0000		Métal en morceaux allongés
850	4	1,012	0,0030	0,0000		Id.
850	4	1,012	»	»		Aux trois quarts fondu en globules brillants
950	4	1,012	0,0000	0,0020		Globules
1100	4	1,012	0,0720	0,0370		Globules

(1) L'emploi des vapeurs d'aluminium me semble susceptible d'une application en céramique.

Expérience II.

Tempé-ratures.	Durée du chauffage.	Poids de la matière.	Perte totale.	Gain de la nacelle seule.	Perte totale pour 100.	Observations.
1100°	8h	1g,3560	0,2850	0,2380	21,01	Globules affaissés et rétrécis
1100	20	1,0710	0,4280	0,3050	31,59	Id.
1100	44	0,9280	0,5340	0,4180	39,33	Séparation en petits globules et cristaux; l'augmentation du poids de la nacelle est due en partie à ces globules
1100	52	0,9080	0,5364	0,4310	41,09	
1100	60	»	0,5604	0,4460	42,85	

On voit que la volatilisation du métal ne se produit qu'à partir de 1100°; elle n'est pas proportionnelle à la durée du chauffage; très rapide au bout des huit premières heures de chauffage, elle se ralentit considérablement ensuite au bout de 44 heures de chauffage, elle est négligeable. Ce ralentissement n'est pas dû à l'influence des surfaces, car en introduisant dans la nacelle des fragments d'aluminium de la même taille que ceux qui ont été réduits par le chauffage, la volatilisation se fait dans les mêmes conditions.

Si l'on cherche à s'expliquer ce résultat singulier, on peut être conduit tout d'abord à supposer qu'il existe dans le métal mis en expérience deux parties, l'une plus volatile que l'autre.

J'ai cherché à vérifier cette hypothèse; dans ce but, j'ai examiné entre autres expériences les globules restant dans la nacelle et constaté qu'ils renferment par gramme 0,2260 d'un corps en paillettes noires insolubles dans les acides nitrique, sulfurique et chlorhydrique; ce corps répond à un carbure de silicium $C^5 SI^3$. La quantité de ce carbure correspond à 15 pour 100 de la matière première.

Malgré qu'il fût peu vraisemblable d'attribuer la quantité considérable de silicium qui a été trouvée, à celui qui existe dans les cendres des nacelles en graphite, j'ai écarté cette cause d'erreur en employant des nacelles en alumine pure, que j'ai préparées en suivant les indications de M. le professeur Verneuil.

Les expériences reprises dans les nacelles complètement exemptes de silice m'ont donné les résultats suivants :

Température.	Durée.	Perte pour 100.
1100°........................	8h	40
1100........................	24	5,32
1100........................	40	3,30

De même qu'avec les nacelles en porcelaine ou en graphite, on constate que les globules résiduaires sont recouverts d'un enduit jaune, que leur texture est cristalline et laissent après attaque aux acides un résidu constitué aux $\frac{9}{10}$ par du silicium [1] en paillettes cristallines noires et brillantes. *La quantité de silicium trouvée correspond à* 13,9 *pour* 100 *de la matière première.* En mettant à côté deux nacelles, l'une en alumine ouverte, l'autre en alumine, mais fermée par un couvercle de même substance, on constate au bout de 20 heures de chauffage que la nacelle fermée ne change pas de poids et ne contient pas de silicium; la nacelle ouverte, par contre, a perdu 23,8 pour 100 de son poids; ses globules résiduaires renferment 13,7 pour 100 de silicium par rapport à la quantité d'aluminium mis en œuvre.

Dans ces dernières expériences, la présence du silicium ne peut plus être attribuée au corps immédiatement en contact avec l'aluminium. Pour éclairer l'origine de ce silicium, j'ai opéré finalement dans un système comprenant extérieurement le tube de porcelaine; intérieurement, un tube en fer doux et, dans le tube en fer doux, la nacelle en alumine renfermant l'aluminium. Dans ces conditions, avec une perte de poids de 22 pour 100, au bout de 20 heures de chauffage à 1100°, on ne trouve plus de silicium dans le métal résiduel.

En résumé, ces expériences montrent qu'au cours d'un chauffage à 1100°, l'aluminium se volatilise; durant sa volatilisation et à la longue seulement, tout se passe comme si l'aluminium réagissait sur les parois de l'enceinte et mettait à nu du silicium. Celui-ci paraît subir une volatilisation partielle très lente; au fur et à mesure de leur volatilisation, les vapeurs de silicium seraient absorbées par l'aluminium liquide; au cours du refroidissement, ce silicium cristallise au sein de la partie non volatilisée de l'aluminium.

L'intérieur du tube en porcelaine est uniformément enduit d'une couche grise qui, par places, se soulève en feuilles. Nulle part, on ne remarque de globules métalliques, ce qui tend à faire croire que le silicium mis à nu serait du silicium amorphe. On ne saurait s'expliquer autrement le phénomène intéressant que j'ai pu suivre.

Je poursuis donc l'étude de la volatilisation de l'aluminium en milieu

---

(1) Le résidu comprend en outre 10,4 pour 100 d'un oxyde très difficile à précipiter par l'ammoniaque. Je publierai ultérieurement l'analyse complète de tous les produits obtenus.

exempt de silicium. J'ai voulu seulement, dans cette Note, indiquer les modifications très inattendues que subit l'aluminium dans les conditions que j'ai exposées, modifications utiles à connaître même dans la pratique industrielle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cémentation du fer par le carbone solide.* Note de MM. G. **Charpy** et S. **Bonnerot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une publication antérieure, l'un de nous a fait ressortir l'incertitude qui subsiste au sujet de la possibilité de cémenter le fer par le carbone solide, et montré que les résultats contradictoires obtenus dans les essais effectués jusqu'ici pouvaient être attribués à ce qu'on n'avait pas pris assez de soin pour éliminer les gaz carburants dans les expériences positives, ni pour assurer le contact du carbone et du métal dans les expériences négatives. Nous avons donc repris de nouvelles expériences et en résumons ici les résultats, qui pourront être utilement ajoutés à ceux récemment publiés sur le même sujet par MM. Guillet et Griffiths.

La suppression complète des gaz occlus dans l'acier est des plus délicates à réaliser; les récentes observations de M. Belloc ont fait ressortir cette difficulté qui nous a conduits à recommencer plusieurs séries d'expériences en augmentant graduellement la durée du chauffage préalable dans le vide. D'autre part, le métal, après épuisement dans le vide, absorbe de nouvelles quantités de gaz dès qu'il est manipulé au contact de l'air. Le charbon, enfin, se comporte de même, surtout quand il est à l'état amorphe, et c'est pourquoi, sans laisser complètement de côté le charbon de sucre purifié qui a été généralement employé jusqu'ici dans les essais de ce genre, nous avons utilisé aussi, dans de nombreuses expériences, le graphite et le diamant.

Nous avons donc été conduits à adopter la technique suivante :

Chauffer préalablement dans le vide à 1000° et dans des tubes séparés, le métal, (acier doux Martin ne contenant que des traces d'éléments autres que le carbone et le manganèse) et le carbone (charbon de sucre purifié, graphite purifié ou diamant blanc transparent) jusqu'à ce que le dégagement de gaz, produit par un fonctionnement continu de la trompe à mercure, soit pratiquement nul (moins de $0^{cm^3},1$ à l'heure). Mettre le fer et le carbone en contact en les laissant le moins longtemps possible à l'air, et les chauffer dans le vide jusqu'à cessation du dégagement gazeux, à une température de 700° environ, nettement inférieure à la température de cémentation rapide; chauffer ensuite jusqu'à 1000° et maintenir plusieurs heures cette température tout en faisant

fontionner continuellement la trompe pour éliminer les traces de gaz qui pourraient encore se produire.

Toutes les fois que nous avons opéré en suivant strictement ces précautions, l'expérience a été nettement négative.

L'examen microscopique des surfaces de métal en contact avec le carbone n'a pas fait constater l'absorption de la moindre trace de carbone ; au contraire, il a suffi de laisser dans l'appareil des quantités de gaz très petites, en arrêtant le fonctionnement de la trompe ou en employant du métal soumis à un vide imparfait avant l'expérience, pour voir apparaître la cémentation. Ceci se produit aussi bien avec le diamant qu'avec le graphite ou le charbon de sucre, et nous croyons devoir le noter, car dans les essais effectués jusqu'ici avec le diamant, on avait généralement obtenu la formation d'une fonte (par fusion), mais pas la cémentation proprement dite.

On peut donc, croyons-nous, considérer comme établi que le carbone solide ne cémente pas le fer à 1000° en l'absence d'un véhicule gazeux qui paraît être, dans la plupart de nos expériences, l'oxyde de carbone. Mais on ne peut en déduire que le carbone ne se diffuse pas dans le fer, comme paraissent l'indiquer les changements de structure observés dans les fontes et aciers chauffés au-dessus des points critiques. Si, d'une part, il est bien difficile de dire quel peut être le rôle joué dans cette diffusion par les gaz occlus, car on n'a jamais étudié jusqu'ici de métaux réellement privés de gaz, il faut remarquer aussi, d'autre part, que le contact n'est pas établi dans les mêmes conditions quand on considère du carbone comprimé entre deux fragments d'acier ou bien une parcelle de graphite ou de cémentite, englobé dans l'intérieur d'une fonte ou d'un acier. Diverses observations et, en particulier, celles récemment présentées à l'Académie par M. Carpentier [1] et par M. Rosenstiehl [2], portent à admettre que l'adhérence entre deux corps peut varier dans des limites très étendues suivant que le contact est plus ou moins parfait; or nous n'avons pu, même en les comprimant très fortement, produire entre le carbone et l'acier une adhérence comparable à celle qui existe entre le graphite et la ferrite de la fonte. Dans nos derniers essais, le carbone était serré avec une presse entre un cylindre et un piston d'acier autant que le permettait la limite élastique de ce métal (environ 3000^{atm}), et le piston était bloqué sous pression par un contre-écrou ; le carbone était donc fortement pressé contre le métal à froid, mais il est bien certain que cette pression tombait rapidement dès qu'on élevait la température, d'abord par le jeu des dilatations

(1) Carpentier, *Comptes rendus,* avril 1909, p. 896.

(2) Rosenstiehl, *Comptes rendus,* août 1909, p. 397.

et aussi parce que la limite élastique du métal s'abaisse; en fait, l'adhérence obtenue entre carbone et métal a toujours été assez faible. Peut-être pourrait-on l'augmenter en maintenant la pression à chaud; mais, comme la limite élastique de l'acier est pratiquement nulle à 1000°, il ne paraît pas possible de réaliser une pression notable dans un récipient chauffé à cette température. Il faut, pour opérer sous pression à chaud, avoir recours à un dispositif analogue à celui employé récemment par l'un de nous pour étudier la séparation du graphite sous pression (1). Mais ce dispositif ne permet pas d'opérer dans un espace vide de gaz.

Si donc on peut admettre que le carbone solide extérieur à un fragment d'acier ne peut y pénétrer sans l'intervention d'un véhicule gazeux, de nouvelles expériences sont nécessaires pour décider si la diffusion du carbone à l'intérieur des fontes et aciers se fait avec ou sans l'intervention des gaz occlus.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des vapeurs de tétrachlorure de carbone sur les anhydrides et les oxydes.* Note de M. **Pierre Camboulives**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'action réductrice et chlorurante du tétrachlorure de carbone vis-à-vis des composés oxygénés des métalloïdes et des métaux a déjà été signalée par de nombreux auteurs.

Meyer (2), Demarçay (3) et Quantin (4) ont seuls donné un assez grand nombre d'indications, sans toutefois fournir une étude complète. Les autres expérimentateurs ont eu surtout en vue une opération isolée telle que la préparation d'un chlorure ou une tentative de séparation analytique [(5) à (9)].

---

(1) Charpy, *Comptes rendus*, juin 1909, p. 1767.

(2) Meyer, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX, 1887, p. 261.

(3) Demarçay, *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 111.

(4) Quantin, *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 223; t. CVI, 1888, p. 1074.

(5) Delafontaine et Linebarger, *Journal of the american chemical Society*, 18, 1896, p. 235.

(6) Roy D. Hall et Edgar Smith, *Chemisches Central Blat*, 18, t. II, 1905, p. 1162.

(7) Matignon et Delépine, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1907, p. 37.

(8) Rosenheim, Samter, Davidshorn, *Zeitschrift für anorg. Chemie*, t. XXXV, 1907, p. 448.

(9) P. Jannasch et Jilke, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XL, 1907, p. 3605 et 3608.

Nous avons pensé qu'il était intéressant de généraliser cette étude qui pouvait ainsi conduire à une méthode pratique de préparation des chlorures métalliques.

Le produit oxygéné placé dans une nacelle était disposé dans un tube en verre de Bohême sur une grille à analyse. Un générateur de vapeurs de tétrachlorure de carbone était relié à ce tube. Après avoir déplacé entièrement l'air de l'appareil par les vapeurs chlorurantes, on élevait progressivement la température en continuant d'envoyer le tétrachlorure de carbone.

Pour chaque corps nous avons déterminé la température à laquelle se produisait l'attaque.

A cet effet, dans le tube de Bohême, aussi près que possible de la nacelle, nous avons disposé une pince thermo-électrique de M. Le Chatelier.

Pour avoir des résultats comparables entre eux, nous avons opéré avec des poudres de même ténuité; cependant ces déterminations ne sont pas susceptibles d'une interprétation rigoureuse et il ne faut y chercher qu'une indication. En effet, deux corps pulvérisés ayant des grains de même grosseur n'ont pas la même porosité. Il est certain que l'alumine provenant de la calcination de l'alun d'ammoniaque est plus poreuse à grain égal qu'un oxyde fondu ou cristallisé pulvérisé.

Le début de l'attaque était révélé :

1° Soit par une incandescence;
2° Soit par un dégagement abondant d'oxychlorure de carbone;
3° Soit par un changement d'aspect du produit;
4° Soit enfin par l'apparition de vapeurs de chlorure volatil.

Les températures d'attaque sont généralement basses et comprises entre 215° et 580°.

Nous avons consigné les résultats obtenus dans le Tableau suivant :

Nature de l'oxyde.	ture d'attaque.	Nature du produit formé.
Anhydride arsénieux........	365°	Trichlorure
» antimonieux.....	390	Trichlorure
» antimonique.....	420	Pentachlorure
» vanadique.......	490	Tétrachlorure
» niobique........	215	Oxychlorure + chlorure
» tantalique.......	250	Chlorure
» silicique.........	Pas d'attaque	
Zircone....................	400	Chlorure
Anhydride borique..........	Pas d'attaque	
Bioxyde d'étain.............	398	Tétrachlorure

Nature de l'oxyde.	Température d'attaque.	Nature du produit formé.
Anhydride titanique	430°	Chlorure
Oxyde de baryum...........	330	»
» strontium.........	310	»
» calcium...........	310	»
» cérium	350	»
» lanthane..........	330	»
» néodyme..........	320	»
» praséodyme	250	»
» samarium.........	250	»
» thorium	420	Chlorure + oxychlorure
» glucinium.........	400	Chlorure
» magnésium........	390	»
» zinc..............	400	»
» cadmium..........	380	»
» aluminium........	390	»
» cobalt............	550	»
» nickel	550	»
» fer...............	245	»
» manganèse	400	»
» chrome...........	580	»
Anhydride molybdique......	510	Pentachlorure
» tungstique.......	560	Oxychlorure
Oxyde d'uranium...........	360	Tétra- + pentachlorure

On voit que presque toujours le produit est un chlorure et que la formation d'un oxychlorure est en quelque sorte exceptionnelle. C'est mieux qu'un mode de formation, c'est un véritable moyen de préparation des chlorures, notamment pour les chlorures de terres rares, pour ceux de chrome, de nickel, de vanadium et titane, de zirconium, de glucinium, etc.

On peut comparer cette méthode à celles de M. Matignon et de M. Bourion qui utilisent le chlorure de soufre et le chlore ou le chlorure de soufre seul.

Dans toutes ces réactions, il se produit de l'anhydride carbonique, de l'oxychlorure de carbone et, si la température est élevée, du chlore et du chlorure de Julin.

Nous avons également appliqué cette action chlorurante du tétrachlorure de carbone à l'étude de quelques produits minéraux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de quelques alcools aromatiques en acides phosphineux par l'acide hypophosphoreux.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons précédemment établi que les anhydrides d'acides de la série grasse se combinent à deux alcools de la série aromatique (dinaphto- et diphénopyranol) d'une manière surprenante [1].

Au lieu de former des *éthers-sels*

$$>CH-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH^3$$

engendrés par *soudure oxygénée*

$$>CH-OH+H-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH^3=H^2O+>CH-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH^3,$$

ils donnent naissance à de nouveaux *acides*

$$>CH-CH^2-COOH$$

résultant de la *soudure carbonée* des deux radicaux, *pyryl* et *alkyloïque*

$$>CH-OH+H-CH^2-COOH \rightarrow >CH-CH^2-COOH.$$

Non moins curieuse et anormale est l'action exercée par l'acide malonique [2] sur un assez grand nombre d'alcools de la série du di- et du triphénylméthane. Cet acide transforme ces alcools *non en éthers mais en acides* résultant de l'union, *carbone à carbone*, d'un radical d'alcool aux restes monovalents, *propyldioïque* $-CH\begin{matrix}\diagup CO^2H\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}$ ou *éthyloïque* $-CH^2CO^2H$:

$$>CH-OH+H-CH\begin{matrix}\diagup CO^2H\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}=H^2O+>CH-CH\begin{matrix}\diagup CO^2H\\ \diagdown CO^2H\end{matrix},$$

$$>CH-OH+H-CH\begin{matrix}\diagup CO^2H\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}=H^2O+CO^2+>CH-CH^2-CO^2H.$$

---

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 59-61.

(2) R. Fosse, *Bul. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 1006; *Bul.*, 4e série, t. III, 1908, p. 1073. — L. Baillon, *Thèse*, Lille, 1909.

De nouveaux exemples de cette singulière *transformation d'alcools en acides, sous l'influence des acides*, nous sont encore offerts par la réaction de l'acide hypophosphoreux sur le *tryphénylcarbinol*, le *dinaphtopyranol* et l'*hydrol de Michler*.

L'oxhydryle mobile de ces alcools s'unit à l'un des 2^{atm} d'hydrogène, non moins mobiles, directement liés au phosphore, de l'acide hypophosphoreux. 1^{mol} d'eau prend naissance et les deux radicaux résultants s'enchaînent, phosphore à carbone :

$$>CH-OH + H-\underset{\underset{O}{\|}}{P}\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix} = H^2O + >CH-\underset{\underset{O}{\|}}{P}\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix}.$$

Nous avons ainsi préparé les acides :

Triphénylméthylphosphineux

$$\begin{matrix}C^6H^5\diagdown\\ C^6H^5-\\ C^6H^5\diagup\end{matrix}C-\underset{\underset{O}{\|}}{P}\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix};$$

Dinaphtopyrylphosphineux

$$O\begin{matrix}\diagup C^{10}H^6\diagdown\\ \diagdown C^{10}H^6\diagup\end{matrix}CH-\underset{\underset{O}{\|}}{P}\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix};$$

Hydrylphosphineux

$$(CH^3)^2N\langle C_6H_4\rangle-\underset{\underset{O=P\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix}}{|}}{CH}-\langle C_6H_4\rangle N(CH^3)^2.$$

A cette réaction s'en superpose une autre, ayant pour résultat la réduction d'une partie de l'alcool en carbure correspondant

$$R-OH + H^2 = H^2O + R-H.$$

Le *triphénylméthane*, le *dinaphtopyrane* et le *tétraméthyldiaminodiphénylméthane* se forment ainsi d'après un nouveau procédé.

Tandis que les alcools déjà signalés donnent avec l'acide hypophosphoreux des *produits de substitution*, les aldéhydes et les acétones, au contraire, engendrent avec cet acide des *produits d'addition* (Ville-Marie)

$$-C\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown\!\!\diagdown O\end{matrix} + H^2P\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup O\\ \diagdown OH\end{matrix} \rightarrow -CHOH-\underset{\underset{O}{\|}}{P}\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix}.$$

Cette discordance entre alcools et aldéhydes est d'autant plus intéressante que ces deux classes de corps se conduisent, *au point de vue du résultat final*, d'après une analogie frappante, à l'égard soit des anhydrides d'acides, soit de l'acide malonique, pour ne citer que des réactifs conduisant à des synthèses d'acides. Les égalités qui suivent mettent ce parallélisme en évidence.

Condensation des anhydrides d'acides. — 1° Avec les aldéhydes (Réaction de Perkin) :

$$-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O+\genfrac{}{}{0pt}{}{H}{H}\!\!>\!CH-COOCOCH^3 \rightarrow -\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=CH-COOH+CH^3CO^2H;$$

2° Avec les alcools pyranoliques :

$$>\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-OH+H-CH^2-COOCOCH^3 \rightarrow >\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-CH^2-COOH+CH^3CO^2H.$$

Condensation malonique. — 1° Des aldéhydes (Réaction de Claisen) :

$$\text{(A)}\quad -\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O+\genfrac{}{}{0pt}{}{H}{H}\!\!>\!C\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO^2H} \rightarrow H^2O+-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=C\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO\ H};$$

$$\text{(B)}\quad -\overset{\displaystyle H}{C}=O+\genfrac{}{}{0pt}{}{H}{H}\!\!>\!C\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO^2H} \rightarrow H^2O+CO^2+-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=CH-CO^2H.$$

2° Des alcools de la série du di- et du triphénylméthane :

$$\text{(A)}\quad >\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-OH+H-CH\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO^2H} \rightarrow H^2O+>\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-CH\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO^2H};$$

$$\text{(B)}\quad >\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-OH+H-CH\!<\!\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2H}{CO^2H} \rightarrow H^2O+CO^2+>\!\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}-CH^2-CO^2H.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le vicianose, nouveau sucre réducteur en* C^{11}. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **G. Weisweiller**, présentée par M. Maquenne.

Nous avons établi antérieurement (¹) que le glucoside cyanhydrique découvert par l'un de nous dans les graines d'une vesce sauvage et appelé

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 252.

pour cela *vicianine* (1), était, comme l'amygdaline, un dérivé du nitrile phénylglycolique gauche. Nous avons ajouté que la vicianine différait du glucoside des amandes amères par la nature du sucre qui est engagé dans sa molécule. Depuis, nous sommes parvenus à séparer ce sucre à l'état pur et cristallisé. C'est un biose réducteur, d'un type nouveau, auquel nous donnerons le nom de *vicianose*. Voici comment nous avons opéré et quels sont les principaux caractères du nouveau sucre.

Dans $3^l,5$ d'eau distillée, on a dissous 60^g de vicianine et 25^g d'une préparation diastasique extraite des graines de *Vicia angustifolia*. Après avoir bouché le flacon, on a abandonné le tout dans une étuve à 35°-37°, pendant 6 jours.

Le liquide a été distillé alors dans le vide, jusqu'au volume de 250^{cm^3} environ, auquel on a ajouté 1^l d'alcool à 90°. Après un repos de 1 à 2 jours, on a filtré pour séparer la diastase et le glucoside inattaqué, puis on a concentré la solution dans le vide, à consistance de sirop épais, pesant 47^g.

Ce sirop a été épuisé, en plusieurs fois, par 7^l à 8^l d'alcool à $\frac{95}{100}$. Chaque fois, on fluidifiait le sirop sur le bain-marie, par addition de quelques centimètres cubes d'eau, on précipitait par l'alcool ($1^l,5$ à 2^l) versé bouillant, on laissait reposer 24 heures, enfin on décantait le liquide clair surnageant et on le distillait dans le vide.

On a obtenu ainsi plusieurs fractions, dont celles de tête et de queue ont été fractionnées à leur tour d'une manière analogue. Par un repos de plusieurs mois, une des fractions de tête a donné des cristaux qui ont servi pour amorcer toutes les autres, amenées à sirop. La cristallisation a été très lente. Enfin, les sirops se sont pris, les uns en masses dures (les premières), les autres en pâte de consistance mielleuse. On a réuni le tout ensemble, au mortier, puis on a soumis la masse totale à une pression lente et progressive, entre des lits absorbants de papier à filtres. La masse, à peu près sèche, a été broyée avec quelques centimètres cubes d'alcool légèrement étendu, pressée de nouveau et traitée encore deux fois de la même manière. Elle était devenue alors blanche, friable et de saveur douce. Son poids était de $9^g,6$.

Pour purifier ce vicianose brut, on l'a redissous à chaud dans l'alcool à $\frac{75}{100}$. On a obtenu, par repos du liquide sursaturé et décanté, une belle cristallisation qui, recueillie après plusieurs semaines et desséchée, pesait $5^g,5$.

Le vicianose ainsi obtenu est en petites aiguilles incolores, de plusieurs millimètres de longueur, groupées en sphères ou réunies en croûtes légères, dont l'aspect rappelle assez bien celui de la mannite.

Il est extrêmement soluble dans l'eau, très peu, au contraire, dans l'alcool fort, même à chaud.

En solution aqueuse, il possède la multirotation. Ainsi, à la concentration de 8 pour 100, il a donné, sous une épaisseur de 30^{cm}, à la température de +20° à +22°,

---

(1) GABRIEL BERTRAND, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 832. Dans cette Note, p. 834, ligne 14, *au lieu de* 0,12 à 0,13 pour 100, *lire* 1,2 à 1,3 et ligne 18, *au lieu de* + 160°, *lire* + 147-148°.

une déviation de

15 minutes après la mise en dissolution	....	$+15°.8'$
30 » »	....	$+14.4$
2 heures » »	....	$+10.40$
4 » »	....	$+9.44$
6 » »	....	$+9.35$
22 » »	....	$+9.32$

A ce moment, le pouvoir rotatoire, devenu invariable, était donc

$$[\alpha]_D = +39°,72 \qquad (\text{pour } t = +20°).$$

Le vicianose fond, au bloc Maquenne, d'une façon peu précise, vers $+210°$. D'après l'analyse élémentaire, il répond à la formule $C^{11}H^{20}O^{10}$:

	Trouvé.		Calculé.
Carbone	42,15	42,07	42,31
Hydrogène	6,67	6,58	6,41

La détermination du point de congélation, pris comparativement avec des solutions de vicianose et de sucre ordinaire ayant à très peu près la même concentration (6 pour 100 environ), indique assez bien, d'ailleurs, qu'on est en présence d'un biose de poids moléculaire correspondant à la formule ci-dessus. On a trouvé, avec le vicianose : PM = 279,5 et avec le sucre ordinaire : PM = 300,9. Ces chiffres sont notablement inférieurs aux chiffres théoriques, mais on sait que les saccharoses donnent des abaissements anormaux conduisant, par le calcul, à des poids moléculaires trop faibles.

Le pouvoir réducteur, déterminé en suivant la technique exposée par l'un de nous (1), montre que le vicianose précipite un peu plus de cuivre que le maltose. Ainsi :

20mg de vicianose précipitent	....	23mg,8 de cuivre
40 »	....	46,8 »
50 »	....	60,4 »
60 »	....	70,1 »
70 »	....	81,4 »
80 »	....	95,1 »

Le vicianose possède une saveur légèrement sucrée. Il n'est pas attaqué par la levure de boulangerie après 2 jours de contact.

Le vicianose est le premier biose défini qu'on ait réussi à préparer par hydrolyse diastasique d'un glucoside.

(1) Gab. Bertrand, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 1285.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'alcool butylique secondaire avec son dérivé sodé*. Note de M. MARCEL GUERBET, présentée par M. A. Haller.

Les alcools isopropylique C^3H^8O et caprylique $C^7H^{16}O$, chauffés vers 200° avec leurs dérivés sodés, donnent naissance, ainsi que je l'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 129), à des alcools deux et trois fois plus condensés : les alcools diisopropylique $C^6H^{14}O$, triisopropylique $C^9H^{20}O$ pour le premier, dicaprylique $C^{14}H^{30}O$, tricaprylique $C^{21}H^{44}O$ pour le second. Je viens montrer aujourd'hui que cette réaction paraît générale pour les alcools secondaires en l'appliquant à la condensation de l'alcool butylique secondaire avec son dérivé sodé.

Elle se réalise suivant l'équation

$$C^nH^{2n+1}OH + C^mH^{2m+1}ONa = NaOH + C^{m+n}H^{2(m+n)+1}OH.$$

La soude ainsi formée oxyde ensuite une petite partie des alcools présents dans le mélange en scindant chacun d'eux en deux acides.

L'alcool butylique secondaire $C^4H^{10}O$ fournit les alcools dibutylique $C^8H^{18}O$ et tributylique $C^{12}H^{26}O$, en même temps qu'un peu d'acides formique et propionique.

L'étude de la constitution des alcools ainsi produits nous montrera de quelle manière se réalise l'enchaînement des deux molécules réagissantes.

L'alcool butylique secondaire, préparé par la méthode de Grignard, au moyen de l'éthanal et du bromure d'éthylemagnésium, a été desséché en le distillant deux fois sur la baryte caustique. Il bouillait à 98°-101°. Pour le faire réagir sur son dérivé sodé, il a été préparé une série de tubes scellés renfermant chacun le produit de la réaction de 1g,50 de sodium sur 20g d'alcool ; puis on a chauffé ces tubes durant 24 heures entre 200° et 220°. A leur ouverture, on a constaté une assez forte pression due à de l'hydrogène. Leur contenu a été traité comme il a été dit déjà (*loc. cit.*) à propos de la préparation de l'alcool diisopropylique et l'on a obtenu d'une part une solution aqueuse contenant les sels de potasse des acides formés, d'autre part un mélange d'alcools que l'on a séparés par distillation fractionnée. On a d'abord recueilli de l'alcool butylique secondaire inaltéré, qui forme la plus grande partie de ce mélange, puis deux autres alcools bouillant l'un à 167°-169° (corr.), l'autre entre 250° et 255° (corr.). Nous verrons plus loin que le premier est l'alcool dibutylique secondaire et le second l'alcool tributylique secondaire.

La solution aqueuse, renfermant les sels des acides formés, a été acidulée par l'acide sulfurique, puis soumise à la distillation. Le distillat, saturé par le carbonate de baryte, a donné les réactions de l'acide formique. Après destruction de cet acide par

le mélange chromique et après élimination du chrome, ce même distillat a été saturé par le carbonate de baryte et l'on a obtenu un sel présentant les caractères et la teneur en baryum du propionate de baryte.

Alcool dibutylique secondaire ou méthyl-3-heptanol-5. — L'alcool bouillant à 167°-169° (corr.) répond à la formule $C^8H^{18}O$ et nous verrons plus loin qu'il doit être considéré comme le méthyl-3-heptanol-5

$$CH^3 - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CH^2 - CHOH - CH^3,$$

qui n'avait pas encore été obtenu jusqu'ici.

Cet alcool est un liquide incolore, d'odeur forte rappelant la menthe; sa densité à 0° est 0,8493. Il est à peine soluble dans l'eau.

Son éther acétique $C^2H^3O^2C^8H^{17}$ est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 183°-185° (corr.).

Acétone dibutylique ou méthyl-3-heptanone-5. — L'alcool dibutylique secondaire, oxydé par le mélange chromique, donne l'acétone correspondante de formule $C^8H^{16}O$. C'est un liquide incolore, bouillant à 161° (corr.), dont l'odeur rappelle un peu la menthe. Elle est à peu près insoluble dans l'eau et ne se combine pas au bisulfite de soude.

Sa semicarbazone $C^8H^{16} = Az - AzH - CO - AzH^2$ cristallise dans l'alcool en fines aiguilles incolores, fusibles à 96°, presque insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther.

Alcool tributylique secondaire. — L'alcool bouillant à 250°-255° (corr.) répond à la formule $C^{12}H^{26}O$. C'est un liquide incolore, huileux, d'odeur forte et agréable. Oxydé par le mélange chromique, il se transforme en acétone correspondante, l'acétone tributylique $C^{12}H^{24}O$, liquide incolore, huileux, d'odeur forte rappelant la menthe, bouillant à 247°-248° (corr.).

La semicarbazone de cette acétone cristallise dans l'alcool en aiguilles incolores fusibles à 161°-162°; elle répond à la formule

$$C^{12}H^{24} = Az - AzH - CO - AzH^2.$$

Constitution de l'alcool dibutylique secondaire. — Pour connaître la constitution de l'alcool dibutylique secondaire et de l'acétone correspondante, on a oxydé cette dernière par le mélange chromique en employant une proportion de ce mélange un peu plus grande qu'il n'est nécessaire pour dégager 3^{at} d'oxygène pour 1^{mol} d'acétone. Les acides formés ont été séparés en mettant à profit le fait que, dans la distillation d'une solution aqueuse d'acides gras volatils, ces acides passent d'autant plus tôt qu'ils sont plus élevés dans la série (Fitz, *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XI,

p. 46, et HECHT, *Liebig's Ann. der Chemie*, t. CCIX, p. 319). Les acides, séparés ainsi par plusieurs distillations fractionnées, ont été transformés en sels de baryum et identifiés par le dosage du métal qu'ils renferment. On a pu voir ainsi que l'oxydation de l'acétone dibutylique a fourni surtout de l'acide acétique et un acide hexylique, en même temps qu'un peu d'acide propionique et d'un acide valérianique. On peut en déduire que l'acétone dibutylique possède la constitution de la méthyl-3-heptanone-5

$$CH^3-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CO-CH^2-CH^3.$$

La constitution de l'alcool dibutylique peut donc être représentée par la formule

$$CH^3-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^2-CH^3.$$

et l'on peut conclure que l'enchaînement des 2^{mol} d'alcool butylique secondaire $CH^3-CH^2-CHOH-CH^3$, qui l'ont engendré, s'est faite par le groupe méthyle voisin du groupement fonctionnel.

Un fait analogue avait déjà été observé dans la formation de l'alcool triisopropylique $(CH^3)^2=CH-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^3$ aux dépens des alcools isopropylique $(CH^3)^2=CHOH$ et diisopropylique $CH^3-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^3$ (*loc. cit.*).

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction synthétique du saphir par la méthode de fusion.* Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. A. Lacroix.

Il est admis, depuis les résultats obtenus par Sainte-Claire Deville et Caron [1], que le saphir oriental doit sa belle couleur bleue à la présence d'une petite quantité d'oxyde de chrome à un degré d'oxydation inférieur à celui du sesquioxyde.

La production simultanée, dans quelques-unes de leurs expériences, de cristaux de rubis et de corindon coloré en bleu, a amené ces savants à conclure, d'une manière du reste très dubitative, que la différence qui existe entre la coloration du rubis et celle du saphir réside soit dans les proportions de l'oxyde de chrome, soit peut-être aussi dans l'état d'oxydation du chrome.

Depuis lors les essais synthétiques n'ont pas permis de réaliser cette colo-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, 1865, p. 108, et *Comptes rendus*, t. XLVI, 1858, p. 765.

ration bleue à l'aide de l'oxyde de chrome et des réducteurs. La méthode de Fremy et Verneuil qui se prête particulièrement bien à ces expériences, n'a jamais donné de cristaux de saphir, lorsqu'on a ajouté, au noyau ou à la brasque, des doses variables de carbone, pour créer une atmosphère réductrice, et, au cours des nombreux essais entrepris dans cette voie, on n'a jamais obtenu que du rubis plus ou moins pâle, ou du corindon incolore, suivant que la réduction a été plus ou moins totale.

Au contraire, des essais analogues dans lesquels le peroxyde de fer remplaçait le sesquioxyde de chrome, ont fourni, en milieu réducteur, des cristaux colorés en bleu sombre prenant une teinte noire foncée à la lumière artificielle. Cette coloration par un oxyde inférieur du fer paraît répondre à celle des saphirs de faible valeur commerciale, tels que ceux qu'on trouve dans certaines parties de l'Australie.

Bien que le colonel Caron ait montré que la flamme du chalumeau oxhydrique présente des propriétés réductrices, elles ne sont pas suffisantes pour réduire notablement le sesquioxyde de fer ; c'est dire que l'alumine fondue avec quelques centièmes de cet oxyde ne présente qu'une faible coloration jaune, la majeure partie de ce colorant étant rejetée à la surface de la masse fondue sous la forme d'une couche ocreuse.

Les résultats obtenus en employant l'oxyde de fer magnétique sont à peu près identiques, bien qu'une coloration grisâtre indique que l'oxydation n'a pas été rigoureusement complète dans la flamme du chalumeau. On ne peut donc pas obtenir, par la méthode de fusion au chalumeau oxhydrique, un saphir coloré par l'oxyde de fer au minimum.

Mais si l'on fait intervenir une petite quantité d'acide titanique, en même temps que l'oxyde salin de fer, la réduction de cet acide à l'état d'oxyde de titane peut devenir suffisante et demeurer telle, dans la flamme du chalumeau, pour permettre la fusion, ainsi que l'affinage et développer une belle coloration bleue identique à celle du saphir.

Les proportions du colorant doivent évidemment varier dans certaines limites, en raison du temps pendant lequel le mélange est soumis à l'action de la flamme, pour obtenir sa fusion ; elles doivent donc être fixées d'après ces conditions de fusion.

Les ovoïdes fondus, d'une belle couleur de saphir, que je présente aujourd'hui à l'Académie, ont été obtenus avec de l'alumine additionnée de 1,5 pour 100 d'oxyde magnétique de fer et $\frac{5}{1000}$ d'acide titanique.

Ce saphir de fusion, dont la fabrication présente encore de grandes difficultés, renferme donc 98 pour 100 d'alumine. M. Wyrouboff, qui a bien

voulu examiner ces masses au point de vue cristallographique, leur a trouvé les mêmes propriétés que celles qu'il a constatées autrefois dans le rubis de fusion. Elles sont constituées par un cristal unique, uniaxe, négatif, peu biréfringent; ayant, par conséquent, les propriétés optiques du saphir naturel.

Leur composition et leur constitution cristalline entraînent évidemment l'identité de leurs autres propriétés avec celles que possède le saphir.

La coloration du saphir par l'oxyde de titane, mise déjà en évidence par Gintl (¹) dans ses essais industriels sur le traitement de la bauxite au four électrique paraît, après cette réalisation par fusion au chalumeau oxhydrique, aussi conforme aux faits établis que l'attribution qui en a été faite exclusivement à l'oxyde inférieur du chrome.

Dans l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet, il me paraît donc très vraisemblable d'admettre à côté du saphir coloré par l'oxyde de chrome, suivant l'opinion de Deville et Caron, un saphir coloré par les oxydes de fer et de titane.

La répétition des expériences de Deville et Caron ainsi que les recherches analytiques que je poursuis actuellement, viendront bientôt, je l'espère, confirmer cette manière de voir.

ZOOLOGIE. — *Anomalies et variations spontanées chez des oiseaux domestiques.* Note de M. **A. Conte**, présentée par M. Edmond Perrier.

On a constaté chez un certain nombre d'animaux des anomalies qui sont les reproductions de caractères ethniques présents d'une façon constante chez des individus d'espèces voisines ou éloignées. Tel est le cas des mésanges à becs croisés qui reproduisent par cette variation accidentelle le caractère si particulier du *Loxia curvirostra*.

Ce dernier caractère se rencontre également quelquefois dans les races de poules; j'en ai observé deux cas.

Les poussins à becs croisés ne sont pas viables dans les conditions habituelles d'élevage : ils sont incapables de prendre leur nourriture; pour les conserver il faut les nourrir à la main, c'est ce que j'ai fait pour l'un d'eux. C'était un coq, hybride de races Padoue et Houdan; à l'âge de 8 mois il ne montrait encore aucun attribut sexuel par suite, sans doute, des conditions très défavorables de son alimentation; à la dissection j'ai constaté que ses testicules étaient tout à fait rudimentaires.

(¹) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1901, p. 1173.

D'une enquête que j'ai faite il résulte que le croisement du bec n'est pas une anomalie très rare chez les poussins à l'éclosion. Aucune race de poules à bec croisé ne s'est encore constituée : la nature même de ce caractère empêchant l'alimentation est un premier obstacle; néanmoins la fréquence de l'anomalie est en faveur d'une semblable création. C'est ainsi que dans d'autres groupes on voit une race de chiens braques et une race de chats sans queue résulter de la fixation récente d'un caractère qui apparaît assez souvent à l'état isolé dans les différentes races.

Les anomalies de même que les variations spontanées ont en général une origine que nous ignorons. J'ai eu l'occasion d'étudier dernièrement une poule présentant une anomalie qui permet d'interpréter une variation spontanée bien connue : le fanon sous-œsophagien de l'oie toulousaine. On sait que cette race d'oie présente un fanon sous-abdominal et, d'une façon moins régulière d'ailleurs, un fanon sous-œsophagien.

La poule étudiée, parfaitement adulte et pondant des œufs, présentait sous le thorax un énorme repli cutané intéressant près des deux tiers de la longueur du corps; en arrière, sous l'abdomen, un autre repli plus petit. L'oiseau venant de manger, le repli sous-thoracique est entièrement occupé par le jabot dilaté et a l'aspect d'une grosse tumeur. Les téguments de ce repli, au lieu d'offrir la minceur caractéristique des téguments d'oiseaux, sont fortement épaissis : le derme a pris un développement inaccoutumé et s'est chargé de graisse : structure qui rappelle bien celle acquise par le fanon de l'oie de Toulouse.

Cette observation montre qu'une hypertrophie du jabot a entraîné, chez cette poule, le développement exagéré des téguments sous-jacents et la formation d'un fanon dont la paroi s'est épaissie pour résister au poids de ce jabot qui, à l'état de pléthore, pesait 338^{g}. Le fanon, caractère accidentel chez cette poule, est très nettement lié à un développement exagéré de la portion antérieure du tube digestif. Si l'on rapproche ces faits de ce qu'on sait de l'oie toulousaine on voit que cette race, d'abord sans fanon, a été longtemps sélectionnée au point de vue de l'engraissement et soumise par suite à une alimentation intensive; de là une gymnastique fonctionnelle de l'appareil digestif qui a nécessairement retenti sur ses dimensions. Ce retentissement a eu pour conséquence une pesée plus grande de la masse intestinale sur la paroi ventrale du corps ; celle-ci, soutenue sur sa plus grande partie par les côtes, n'a pu céder qu'en deux régions : la région préthoracique correspondant au jabot et la région sous-abdominale correspondant à l'intestin. De là, comme dans la poule observée, la formation de replis tégumentaires ou fanons dans les régions de moindre résis-

tance. L'homologie de ces formations, dans les deux cas, est encore accrue du fait de l'hypertrophie du derme qui, chez l'oie de Toulouse, devient un centre de dépôts adipeux comme il l'est à un degré moindre dans la poule que j'ai décrite.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur l'accoutumance des bactéries aux antiseptiques.* Note de M. **Louis Masson**, présentée par M. Guignard.

On sait que les bactéries, soumises à l'action de quantités croissantes d'une substance antiseptique, peuvent acquérir la faculté de supporter des doses qui se montrent nocives pour les mêmes espèces non acclimatées.

On pouvait se demander si les races ainsi adaptées présentent un certain degré de fixité : une longue série d'expériences entreprises sur un petit nombre d'espèces à l'aide de quelques substances antiseptiques nous permet de donner une réponse à cette question.

Quatre substances chimiques, la résorcine, l'acide salicylique, le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure, qui présentent, à des degrés divers, des propriétés antiseptiques vis-à-vis des bactéries, ont été essayées sur le *Bacillus pyocyaneus*, le *Bacillus subtilis* et le *Bacillus anthracis*.

Pour chaque espèce, on a déterminé la dose infertilisante de chaque substance à la fin d'une série de repiquages en milieu nutritif additionné de quantités croissantes d'antiseptiques.

La première semence d'une seconde série de repiquages était empruntée à la dernière culture fertile de la série précédente et devenait ainsi, après un passage en milieu normal, l'origine d'un essai en tout semblable au précédent. On déterminait de la sorte une nouvelle dose infertilisante correspondant à cette semence déjà plus résistante que la semence initiale.

Les chiffres du Tableau suivant expriment les résultats obtenus. Chacune des lignes horizontales comprend, en grammes par litre, les doses infertilisantes successives obtenues au cours de l'adaptation ; les semences ou races, qui diffèrent entre elles par les doses infertilisantes qui leur correspondent, sont représentées par les lettres N, A, B, C, etc., la lettre N désignant la semence initiale ou race normale.

L'examen de ces chiffres (qu'on pourrait avantageusement traduire en graphiques d'une lecture plus facile) montre que la dose infertilisante, mesure de l'accoutumance de la bactérie à la substance antiseptique considérée, passe par des variations qui sont comparables entre elles pour chaque espèce et chaque antiseptique. La bactérie, en s'adaptant progressivement à des doses nocives de plus en plus élevées, atteint un degré de résistance

qu'elle ne peut dépasser et qui est suivi d'une chute assez rapide; elle perd la faculté de résistance acquise tout d'abord et peut même, dans certains cas, prendre une sensibilité plus grande que celle qui caractérise son état initial. En d'autres termes, l'accoutumance des bactéries à des doses croissantes d'antiseptique est un phénomène temporaire. La propriété acquise est toujours suivie d'un retour à la résistance initiale et normale. C'est un exemple de résistance de l'espèce à la variation.

Il est important de noter que l'accoutumance se fait par étapes qui ne sont franchies qu'à la condition de laisser la bactérie reprendre, pour un temps, sa vie en milieu normal avant de subir de nouveau l'action nocive à laquelle elle s'adaptera plus avant.

Bacillus subtilis.

	N.	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Résorcine	4,02	4,92	5,61	5,40	6,41	5,93	5,40	3,97	
Acide salicylique	0,68	1,04	1,20	1,71	2,05	1,44	1,44	1,44	1,04
Sulfate de cuivre	0,53	0,63	0,63	0,42	0,53	0,74	0,74	0,74	0,74
Bichlorure de mercure	0,07	0,11	0,22	0,30	0,44	0,93	0,93	0,59	0,05

Bacillus anthracis.

	N.	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Résorcine	0,45	0,53	0,31	0,53	0,74	0,79	0,63	0,63	0,53
Acide salicylique	0,44	1,02	0,74	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sulfate de cuivre	0,44	0,53	0,63	0,63	0,63	0,79	0,79	0,26	0,05
Bichlorure de mercure	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		

Bacillus pyocyaneus.

	N.	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Résorcine	3,00	3,45	3,97	3,97	4,98	2,98	2,98	2,98	
Acide salicylique	1,02	1,20	1,44	1,44	1,44	1,71	0,69	0,69	0,69
Sulfate de cuivre	1,71	2,01	2,27	2,27	2,27	2,01	1,48	1,48	1,48
Bichlorure de mercure	0,28	0,36	0,64	0,64	0,93	0,51	0,18	0,18	0,18

Les ensemencements pratiqués en séries dans des milieux progressivement enrichis en substance antiseptique se montrent régulièrement fertiles quand la semence est prélevée, dès l'apparition du développement, dans les milieux peu nocifs au début; à mesure que la dose nocive augmente, il faut un plus long contact avec l'antiseptique pour que la semence prélevée devienne capable de se développer en s'adaptant aux doses supérieures. Le retard dans la fertilité des semences peut atteindre ainsi 5 ou 6 jours. Pour les bactéries sporifères comme le *Bacillus subtilis* et le *B. anthracis*, ce délai correspond à la sporulation; pour le *B. pyocyaneus*, il correspond à l'apparition des formes coccoïdes plus résistantes qu'on peut considérer comme des arthrospores.

La spore, ou la forme durable qui en tient lieu, semble donc jouer un rôle important dans la transmission des propriétés acquises et, en particulier, des variations de résistance aux antiseptiques. On sait depuis longtemps que l'atténuation de virulence, chez la Bactéridie charbonneuse, peut se transmettre de la même façon.

M. H. TRANIÉ adresse un *Traité technique et pratique des irrigations.*

(Renvoi à l'examen de MM. Boussinesq et Léauté.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JANVIER 1910.

Collection de dessins publiés ou inédits, exécutés entre 1854 *et* 1873 *par* ALFRED RIOCREUX, *sous la direction de* GUSTAVE THURET; 130 planches contenues dans trois cartons in-f° : 1er carton, pl. 1 à 43; 2e carton, pl. 44 à 96; 3e carton, pl. 97 à 130. (Don de M. E. Bornet.)

Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames, par GUSTAVE THURET, Paris, imprimerie de L. Martinet, 1851; 1 vol. in-8°. [On lit sur la page de garde de ce Volume : « Exemplaire unique, renfermant deux séries de figures, les unes en noir avant la lettre, les autres coloriées, par RIOCREUX, d'après les dessins originaux. GUSTAVE THURET. » (Don de M. E. Bornet.)

Sternkunde und Sterndienst in Babel. Assyriologische, astronomische und astralmythologische Untersuchungen, von FRANZ XAVER KUGLER S. J. Buch I : *Natur, Mythus und Geschichte als Grundlagen babylonischer Zeitordnung nebst eingehenden Untersuchungen der älteren Sternkunde und Meteorologie;* Teil I, mit 2 Figuren-Tafeln. Munster, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, entreprises en 1899-1901, sous les auspices des Gouvernements russes et suédois : *Mission russe;* Tome I : *Géodésie.* 2e section : *Travaux aux diverses stations.* B : *Observa-*

tions de A.-S. Wassiliew. — 1. *Cap Lee.* Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1909; 1 vol. in-4°.

Klimatographie von Österreich. IV : *Klimatographie von Tirol und Vorarlberg*, von Dr H. v. Ficker; mit zoo- und phytobiologischen Beiträgen, von Prof. K.-W. von Dalla Torre. Vienne, 1909; 1 vol. in-4°.

Jaarboek van het Department van Landbouw in Nederlandsch-Indië, 1908. Batavia, 1909; 1 vol. in-4°.

Catalogue of Canadian Birds, by John Macoun and James-M. Macoun. (Canada Department of Mines. Geological Survey Branch, n° 973.) Ottawa, 1909; 1 vol. in-8°.

Anuario del Observatorio astronomico nacional de Tacubaya, para el año de 1910, formado bajo la direccion del Ingeniero Felipe Valle; año XXX. Mexico, 1909; 1 vol. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 janvier 1910.

M. W. Kilian fait hommage à l'Académie de divers travaux relatifs à la géologie et à la paléontologie du sud-ouest de la France et des Iles Seymour et Snow-Hill (Expédition du Dr Otto Nordenskjöld au pôle Sud, 1901-1903). Plusieurs de ces travaux ont été publiés en collaboration avec MM. Termier, M. Boule, Ch. Depéret, Ém. Haug, Jules Lambert, P. Reboul. 1908-1909; 1 fasc. in-4° et 8 fasc. in-8°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. A. Angot : Année 1905, I : *Mémoires;* année 1907, II : *Observations.* Paris, Gauthier-Villars, 1909; 2 vol. in-4°.

Neuvième Congrès international de Géographie. Genève, 27 juillet-6 août 1908. *Compte rendu du Congrès*, publié par Arthur Claparède; t. I, avec 5 planches hors texte et 15 figures dans le texte : 1. *Organisation du Congrès;* 2. *Travaux scientifiques.* Genève, 1909; 1 vol. in-8°.

Souvenir de l'excursion des touristes français venus en Roumanie à l'occasion de la croisière de l'Ile-de-France *du* 23 *au* 29 *septembre* 1909; Compte rendu fait par le Secrétariat de l'Association roumaine pour l'avancement des Sciences. Bucarest, Socec et Cie, 1909; 1 fasc. in-f°. (Offert par M. C.-J. Istrati.)

Collectio nominum Brotherianorum et indicis bryologici, auctore E.-G. Paris. 1 fasc. in-8°. (Pour le Concours du prix Montagne.)

Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante, par Paul Joye. Fribourg (Suisse), imp. Fragnière frères, 1909; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. de Kowalski. Hommage de l'auteur.)

Alternating-current spark potentials and their relation to the radius of the curvature of electrodes, by Joseph de Kowalski. (Extr. de *Philosophical Magazine*, novembre 1909.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Memoirs and proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society, 1909-1910; t. LIV, part 1. Manchester, 1909; 1 fasc. in-8°.